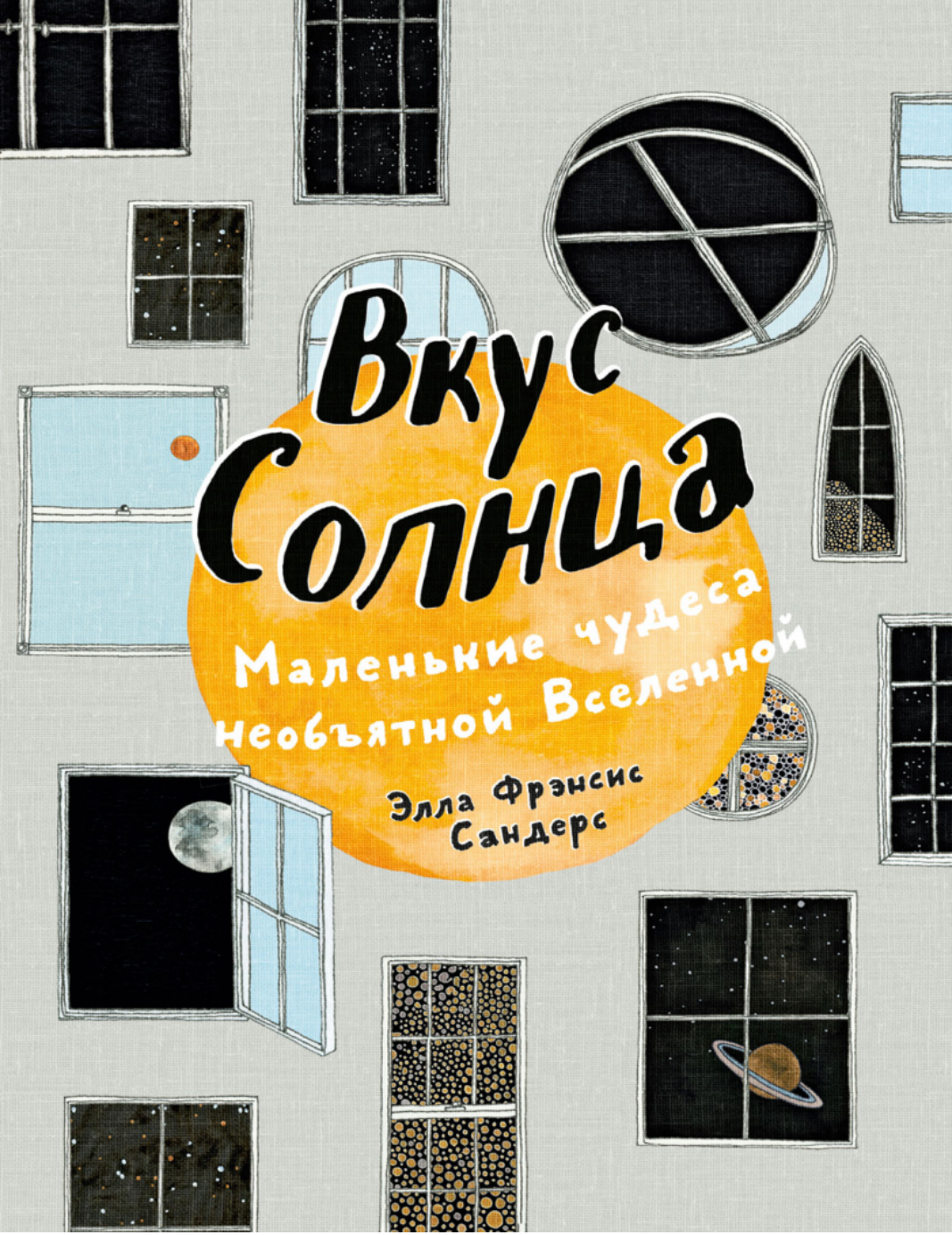

Вкус Солнца
Маленькие чудеса необъятной Вселенной
Элла Фрэнсис Сандерс

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Во Вселенной чудеса окружают нас сплошь и рядом — и они хорошо известны науке. Мы вдыхаем частички звездной пыли, горы стареют быстрее морского дна, а космос полон таинственной музыки. Эта книга заставит задуматься о том, как прекрасен мир, в котором мы живем.

- Элла Фрэнсис Сандерс
  - Информация от издательства
  -
  - Предисловие
  - Сотворенные из углерода
  - Вкус Солнца
  - Самые светлые объекты в наблюдаемой Вселенной
  - Движение планет
  - Что такое тепло
  - Ужасно прояснительно
  - Атомы — произведения искусства
  - Растения ведут себя лучше
  - Млечные солнечные галактические системы
  - Я сегодня сам не свой
  - Митохондриальная Ева
  - Я буду там, где синева
  - Отношения на расстоянии
  - Облака разобьют ваше сердце
  - Хоть кто-то знает, который час?
  - Почему Луна не падает
  - Классификация
  - Дни и годы
  - Царства живой природы
  - Что именно я вдыхаю?
  - Хочу говорить только с тобой
  - Пусть горы мирно спят
  - Кораллы в стрессе
  - Танец в пустоте
  - Теории не догадки
  - Вселенная старше тебя
  - В основном мы бактерии
  - Мы помним только свои воспоминания
  - Язык науки
  - После рассвета холодает
  - Мы сами излучаем радиацию

- Это был просто сон
- Пять раз пройти вокруг Земли
- 2 600 000 000 ударов сердца
- Ничего не касаясь
- Почему я всегда попадаю под дождь
- Эволюция
- Периодически
- Запах мертвых звезд
- Eigengrau
- Пожалуйста, соедините со Вселенной
- Несколько сердец
- У нас больше пяти чувств
- Южное сияние
- В июне все иначе
- А могли бы иметь крылья
- Всё и сразу
-
- Солнце — типичная звезда
- Элементарно
- Неподвижные звезды всё-таки движутся
- Истина не навсегда
- Благодарности
- МИФ Подростки
- Над книгой работали

- notes
  - 1

Элла Фрэнсис Сандерс
Вкус Солнца. Маленькие чудеса необъятной Вселенной

Информация от издательства

Перевод выполнен с оригинального издания *Eating the Sun: Small Musings on a Vast Universe*

Перевод с английского Екатерины Гаевской

Научный редактор Алексей Бондарев

Издано с разрешения *Ella Frances Sanders c/o Jean V. Naggar Literary Agency Inc.*

На русском языке публикуется впервые

Сандерс, Элла Фрэнсис

Вкус Солнца. Маленькие чудеса необъятной Вселенной / Элла Фрэнсис Сандерс; пер. с англ. Е. Гаевской; науч. ред. А. Бондарев. — Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2021.

ISBN 978-5-00169-652-0

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Copyright © 2019 by Ella Frances Sanders

Illustrations by the author

Перевод на русский язык, издание на русском языке. © ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2021

Тем, кто не считает меня странной

«Я взламываю звезды, и сначала не нахожу ничего. Потом снова ничего. Затем — слово на иностранном языке».

Элизабет Борхерс

Предисловие

Чувство чуда принимает разные формы: иногда оно звучит в нас громко, иногда — еле слышно. Порой оно прячется в других чувствах, которые мы испытываем, когда влюбляемся, сомневаемся или грустим.

Я сама часами всматриваюсь в темноту ночи, так что у меня начинают болеть глаза, а после звезды еще долго мерцают перед внутренним взором. Я наблюдаю, как океан укачивает себя перед сном и как небо умывается яркими красками, названия которым мне никогда не придумать. Мир состоит из слоев камней, ископаемых останков и блистающих фантазий и постоянно сбивает меня с толку, требуя внимания к каждому листочку по очереди — так что мне никогда не вернуться к занятию, от которого я отвлеклась.

Когда мы думаем о Вселенной, невидимой материи и маленьком заднем дворе человеческого мира, мне кажется важным и даже разумным попытаться найти баланс между смехом и неконтролируемым плачем.

Мы плачем, потому что не в состоянии понять, как прекрасен мир. Плачем, потому что как биологический вид мы полны недостатков. Плачем, потому что все кажется настолько невероятным, что, возможно, наше существование — это просто сюжет сновидения: небесные слоны в комнатах без стен.

Но что дальше? Конечно, мы можем смеяться. Смеяться над тем, как нас одолевают человеческие эмоции, пока мы пытаемся примириться с тем, насколько мы малы в сравнении с миром. Такие мысли делают всех нелепыми и превращают всё в фарс. У нас есть головы? Смешно! Мы спорим, кто здесь главный? Смешно! Вселенная расширяется? Смешно! Мы считаем необходимым хранить секреты? Смешно.

Мы тратим много времени, пытаясь свести всё воедино и трансформировать хаос в нечто узнаваемое и приемлемое. Стремясь вырваться из пределов, которые удерживают нас друг рядом с другом, блаженно игнорируя острые углы и неотвратимое. Мы делим свою реальность на прошлое, настоящее и будущее хотя бы для того, чтобы показать: мы изменились, мы знаем лучше, мы поняли что-то важное. Хотя бы для того, чтобы провести аккуратную линию от начала до конца, не оглядываясь назад.

Проблема в том, что хаос просто сидит напротив и поглядывает на нас поверх газеты или кофейной чашки, заполненной обесцвеченными и взрывающимися звездами. Потому что хаос тоже ждет. Ждет, что мы заметим его и поймем: это самая невероятная вещь, которую мы когда-либо видели, — так что все наши атомы хором взвизгнут, запоздало выражая признание, и с открытым ртом уставятся на то, как изящно он встроен во все вокруг. Потому что в нас не больше гармонии, чем во всем остальном. Швы со временем расходятся — и в этом мы со Вселенной похожи, что приводит к нашей всеобъемлющей борьбе за существование.

Так что, если вы не умеете заканчивать дела аккуратно и возвращать вещи на свои места, вам остается упрямо верить в свои возможности и не прекращать движение. И собирать истории о нас — о том, как все происходило и как сильно мы любили.

Я надеюсь, что эта книга — небольшая часть одной такой истории.

Сотворенные из углерода

Мы сделаны из звездного пепла.

За наши необыкновенные хрупкие тела нам стоит поблагодарить звезды, что рассыпаны по небосклону цепочкой волшебных огоньков. Скромные и одновременно ошеломляющие нас так, как умеют только нереальные объекты.

Когда звезды умирают, они делают последний глубокий вдох, а затем опадают, как суфле, которое передержали в духовке. Когда это происходит, они сбрасывают внешние слои, выпуская свое содержание в великолепное ничто и абсолютное все — во Вселенную. Каждый год 40 тысяч тонн твердых частиц из космоса падает на Землю. В них содержатся элементы, которые будут использоваться непрерывно, во всех живых существах на нашей планете.

Наши тела состоят из продуктов таких космических процессов — из остатков горящих гигантов. И как они горят! Молодые звезды, похожие на ту, которую мы с любовью зовем Солнцем, в основном состоят из водорода. А когда в их сердцевине температура достигает 10 миллионов градусов Цельсия, водород трансформируется в гелий, который понемногу накапливается и превращается в углерод, азот, кислород, железо и во все окружающие нас элементы — во все то, что мы есть.

Мы меняемся все время — в зависимости от того, куда направлен наш взгляд и к чему мы прикасаемся. Примерно на 18% мы состоим из углерода, который был частью множества существ и стихий, прежде чем оказаться у нас в организме. Что это за атом поселился у вас над левой бровью? Вполне возможно, что раньше он был гладким камушком на дне реки.

Видите ли, мы не такие уж и мягкие: мы скалы, и волны, и шершавая древесная кора, и божья коровка, и запах сада после дождя. Когда мы выставляем опорную ногу, с нами движется северная сторона горы.

Вкус Солнца

Мы то, что мы едим, и все мы едим Солнце.

Солнце великолепно: оно счастливо пылает уже миллиарды лет и, скорее всего, будет существовать еще миллиарды. Но мы обычно замечаем его лишь пару раз в день. Иногда чаще — если оно бьет в глаза водителю или мы ждем, когда высохнет белье, развешенное на веревках.

Но если сегодня вы съели растение или животное, которое съело растение (или, быть может, вы планируете позже подкрепиться половинкой грейпфрута), то вы попробовали Солнце: его свет, энергию и краткую историю его жизни.

Почти во всех видах растений протекает процесс фотосинтеза, который позволяет им с помощью всего лишь воды, хлорофилла, углекислого газа и небольшого количества солнечного света производить собственные питательные вещества (которыми в дальнейшем питаемся и мы). На первых этапах процесса энергия Солнца расщепляет существующие молекулы воды на кислород и водород, причем растение возвращает кислород в атмосферу, и мы дышим. Водород участвует в выработке глюкозы, благодаря которой растение живет и развивается: покачивается из стороны в сторону, отслеживает ход времени, замечает любопытные пальцы тех, кто бережно поглаживает его листья. Мы потребляем именно это усваиваемое солнечное топливо.

В отличие от растений, мы, животные, не можем получать энергию напрямую от огненных звезд. На самом деле мы жутко неэффективны, когда движемся, дышим или думаем о человеке, который улыбнулся нам вчера в 15:22. Все это оставляет нас полностью во власти растительного мира.

Подумать только: с начала времен мы работаем на солнечной энергии.

Самые светлые объекты в наблюдаемой Вселенной

Нам присущ собственный свет, но наша яркость зависит от того, кто на нас смотрит. В астрономии светимость объекта — это измеренное во времени общее количество энергии, которое объект излучает на всех длинах волн. Часто это понятие используется применительно к звездам, светимость которых зависит от их размера, массы и температуры. Яркость (формально называемая субъективной яркостью), хотя и имеет отношение к светимости, сильно зависит от местонахождения, расположения или близости наблюдателя. Объект с большой светимостью может показаться нам не ярче пылинки только потому, что он находится, пылает и занимается своими делами немыслимо далеко от нас.

Для человека, стоящего на поверхности планеты, самым ярким объектом кажется ночная звезда Сириус — в основном потому, что она удалена от нас всего на 8,6 светового года. Однако Сириус нельзя считать звездой с наибольшей светимостью: даже в созвездии Большого Пса, где она расположена, по крайней мере три другие звезды ярче в тысячи раз, но нам они кажутся бледнее, так как находятся намного дальше. Даже самые обычные звезды кажутся примечательными с той точки, откуда мы смотрим. Именно поэтому мы обращаем внимание на эти источники древнего света, обсуждаем их яркость, присваиваем им и их соседям имена.

В феврале 1963 года голландский астроном Мартен Шмидт изучал необычно яркое пятнышко на небе и постепенно убеждался: то, что он раньше считал звездой, расположенной по соседству, оказалось чем-то совсем другим. Это был объект, находящийся в двух миллиардах световых лет от нас. Чтобы казаться ярким, несмотря на такое расстояние, он должен обладать большей светимостью, чем все остальные известные в то время объекты. Шмидт назвал его квазаром, что означает «квазизвездный объект» (или QSO). Ему дали имя 3C 273, он расположен в созвездии Девы и с оптической точки зрения является самым ярким объектом в своей группе.

Спустя примерно пятьдесят лет после этого открытия были обнаружены сотни тысяч квазаров. Они остаются одними из самых удивительных объектов Вселенной и, возможно, являются самыми яркими. Располагаясь посреди галактик, в том числе галактик с огромными черными дырами, которые могут быть в

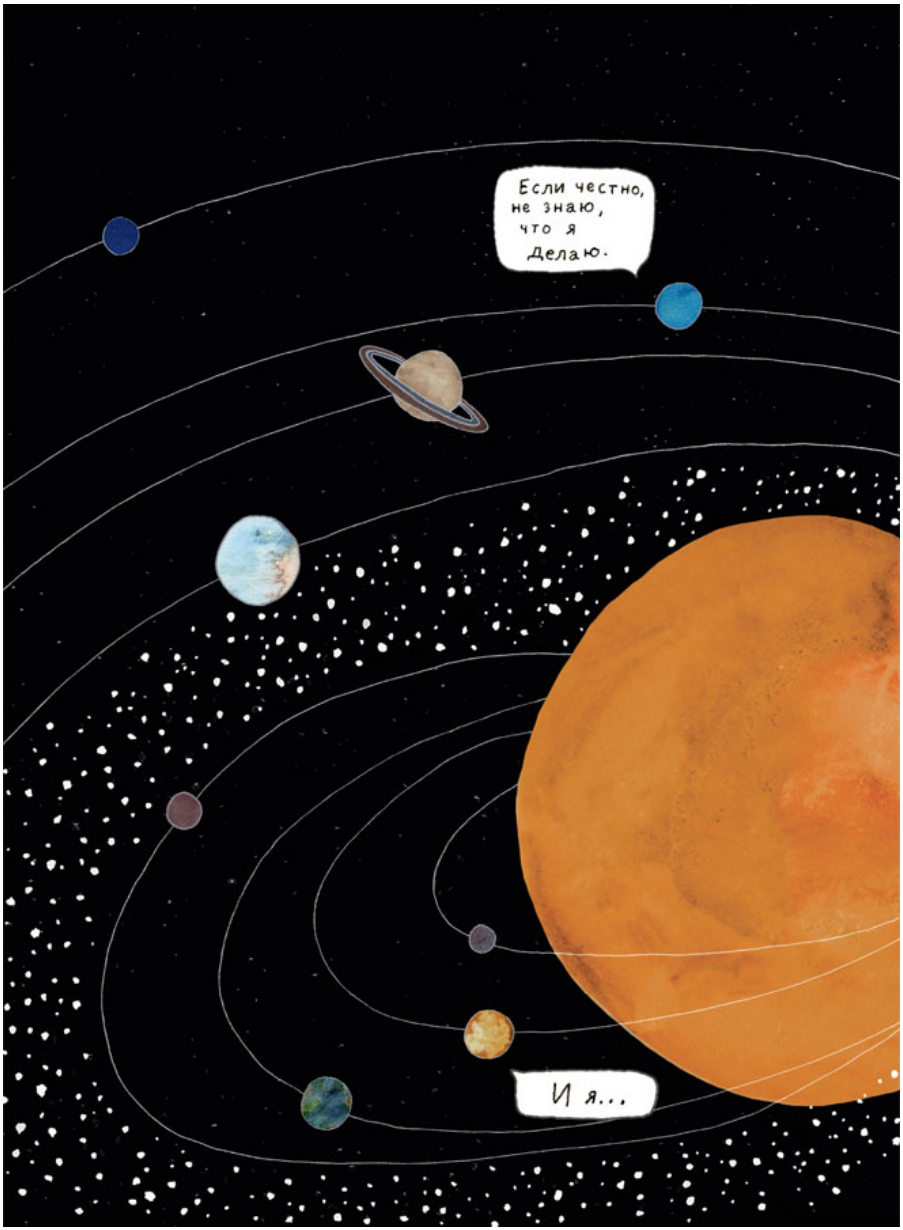
миллиарды раз больше Солнца, квазары разогреваются до температуры в десятки миллионов градусов. Их огромное излучение означает, что они затмевают все вокруг себя, заглушая все соседние звезды. Но и они не остаются неизменными: если сейчас квазар ослепляет все вокруг, то через десять лет он может стать просто еще одной галактикой. С точки зрения астрономии десять лет — самый краткий миг, но за это время можно многое увидеть и понять. Например, аппетит черной дыры, которая может в эту секунду пожирать все на своем пути, а через мгновение полностью терять интерес к еде.

Движение планет

В маленьком, но необъятном кармашке Вселенной — нашей Солнечной системе — самым большим объектом является Солнце. Оно примерно в тысячу раз тяжелее, чем самая большая планета — Юпитер. Мы кружимся вокруг этой горящей звезды благодаря тем же силам, что заставляют Луну вращаться вокруг нас: гравитации, скорости и несомненной магии (см. «Почему Луна не падает»).

Почти все в нашей Солнечной системе вращается вокруг своей оси в том же направлении, что и Солнце, совершая «проградное» вращение. Но некоторые объекты, например планеты Венера и Уран, ведут себя не как все. Венера вращается в противоположном (или «ретроградном») направлении, совершая один оборот вокруг своей оси каждые 243 земных дня. Уран вращается еще более своеобразно: он склоняется вбок практически под прямым углом и, похоже, не до конца понимает, что делает. Но почти все остальные вращаются вместе с самого начала. Галактика Млечный Путь, в которой находится наша Солнечная система, была образована вращающимся сгустком газа и пыли, и поскольку у нее пока не было веских причин для остановки, мы по-прежнему вращаемся.

«Спутник» — это термин, которым называют что-то уже существующее, например любую луну или Землю (по отношению к Солнцу), либо что-то, созданное человеком, например Международную космическую станцию. Если орбита объекта представляет собой правильный эллипс, то это почти наверняка спутник. И хотя технически это возможно, орбиты почти никогда не бывают идеально круглыми: как бы малы они ни были, всегда найдется отклонение от идеального маршрута. В случае земной орбиты эллипс сжат совсем немного. В той точке орбиты, где Земля подходит ближе всего к Солнцу, расстояние до светила составляет 147 миллионов километров, а где дальше всего — 152 (на диаграммах или рисунках Солнечной системы часто изображены обманчиво вытянутые эллиптические пути).



Нам стоит порадоваться, что орбиты не являются совершенно круглыми, ведь мы можем использовать для их описания слова, от которых у человека бегут мурашки по спине, например «перигелий» (когда планета находится в своей самой близкой точке относительно Солнца) и «афелий» (в самой удаленной). Эти легкие несовершенства орбит существуют главным образом потому, что, хотя притяжение Солнца огромно, его недостаточно, чтобы постоянно удерживать объекты рядом: чем дальше

от Солнца движется планета, тем сильнее она замедляется, пока не достигнет своего афелия, где она начинает «опадать» и набирать скорость тем сильнее, чем ближе она к Солнцу.

Хотя кажется, что более мелкие объекты, например Земля, оборачиваются вокруг крупных неподвижных объектов, таких как Солнце, на самом деле все они вращаются вокруг объединенного центра массы — барицентра. Часто он расположен так близко к центру самого большого объекта, что этот объект кажется статичным, но на самом деле барицентр перемещается в зависимости от того, в каких точках своих траекторий находятся планеты. И хотя барицентр влияет на каждую частичку пыли в нашей Солнечной системе, неудивительно, что мы считаем Солнце центром всего сущего: если взвесить Солнечную систему, на долю Солнца выпадут 99,87% общей массы, а значит, и довольно выигрышная позиция, когда речь идет о гравитационной игре.

Пока мы не поймем точно (или даже смутно), как и почему работают небесные тела в нашей Солнечной системе, есть соблазн воспринимать их танец как должное. Но как только это понимание пришло, от него уже не избавиться. Каждый из наших скромных соседей при слабом свете кружится в медленном вальсе, который длится долгие дни и ночи, — не останавливаясь передохнуть, не слыша аплодисментов, но понимая, что движение должно продолжаться.

Что такое тепло

Слово «тепло» на самом деле относится к тепловой энергии — виду энергии, которая возникает в результате движения частиц, атомов, ионов и молекул, образующих газы, жидкости и твердые вещества воспринимаемого нами мира. Оконная рама, айсберг, ваш стакан воды, будь он наполовину пуст или полон, —

абсолютно все содержит тепловую энергию.

Частицы похожи на людей, оказавшихся в толпе: они постоянно соприкасаются друг с другом, борясь за пространство, двигая локтем тут и эффектно падая там. Именно эти постоянные столкновения составляют основу «кинетической теории», которая возникла в конце XIX века благодаря изысканиям небольшой группы в меру гениальных физиков.

Если температура объекта падает, кинетическая энергия его частиц сокращается. И наоборот, с повышением температуры увеличивается кинетическая энергия. Нагревание и охлаждение всех объектов — это на самом деле просто передача тепла, и поэтому температура всего лишь индикатор способности одного предмета передавать тепло другому: от меня к вам, от кофе к ложке, отсюда туда.

Причину, по которой тепло переходит от горячих объектов к холодным, а не наоборот, кратко объяснил австрийский ученый Людвиг Больцман, опубликовавший по этой теме серию работ в 1870-х годах. Как ни странно, это всего лишь вопрос вероятности, элементарного шанса. Больцман осознал, что изменения температуры происходят не вследствие некоего абсолютного и непреклонного закона, а потому, что статистически более вероятно, что быстро движущиеся атомы горячего вещества столкнутся с более медленными, более холодными атомами холодного вещества. Когда происходит достаточное количество столкновений, тепловая энергия распределяется равномернее. По мере того как это происходит, температуры двух соприкасающихся объектов начинают выравниваться, пока не будет достигнуто состояние теплового равновесия, при котором температуры одинаковы, а обмен энергии прекращается.

Тепло — явление решительно нерешительное. Обычно оно не остается там, где вы его оставили: повернитесь к нему спиной всего на пять минут, и вы обнаружите, что оно уже куда-то переместилось.

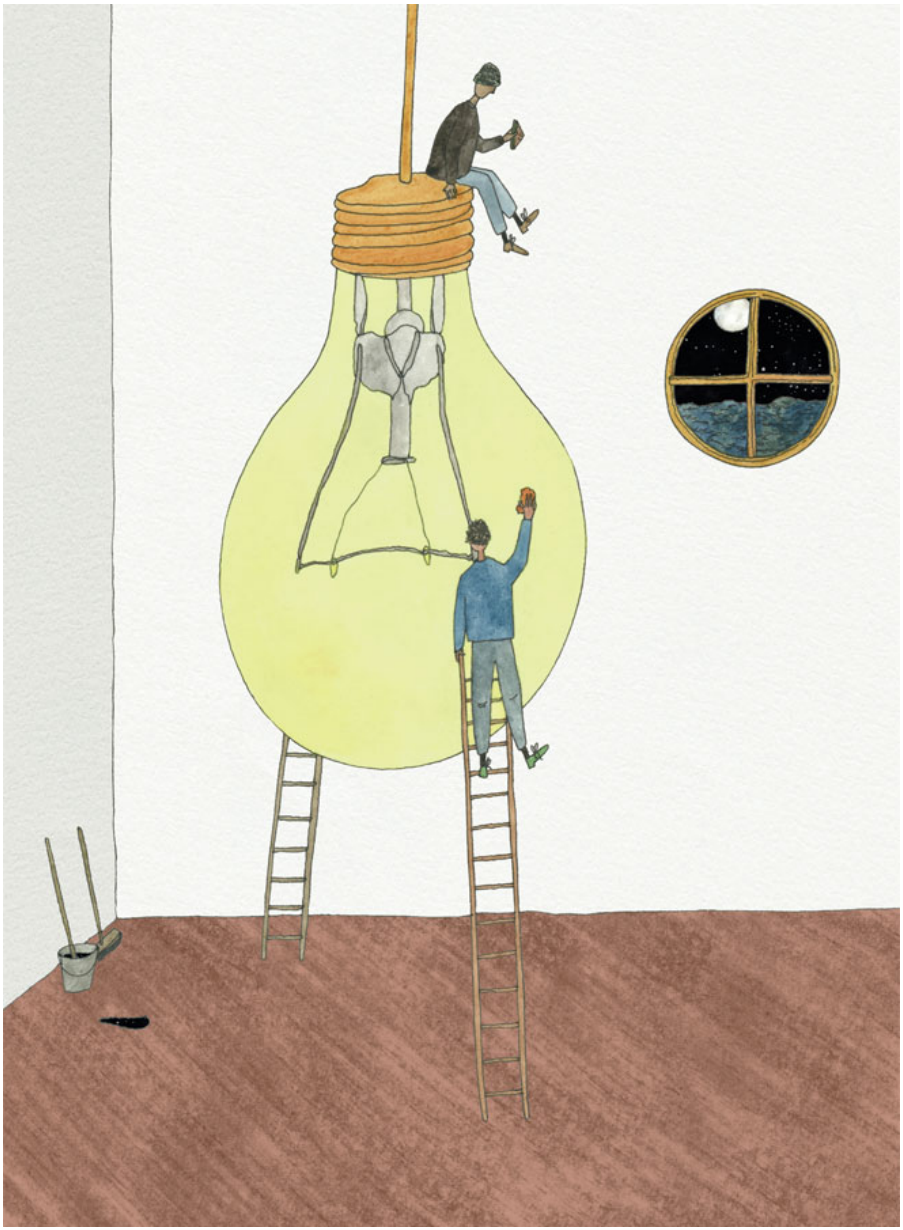
Ужасно прояснительно

Попросту говоря, свет можно назвать способом передачи энергии в пространстве и по всей Вселенной. Но когда мы называем словом «свет» то, чем можно восхищаться, в чем можно сидеть и что может литься, мы имеем в виду лишь одну часть большого спектра — видимую, или оптическую. Однако наши глаза видят не всё.

Видимый свет находится в середине электромагнитного спектра. Этот спектр включает в себя излучение всех видов: с длинными волнами и низкими частотами (как радиоволны) или с короткими волнами и высокими частотами (как рентгеновские лучи). Все это излучение движется со скоростью света, равной 299 792 458 метров в секунду, причем таким образом, что его нельзя точно определить как частицу или волну. Чтобы обойти этот небольшой, но упрямый конфликт определений, физики используют термин «корпускулярно-волновой дуализм».

Свет возникает при разных физических процессах, например когда возбужденные атомы переходят из более высокого энергетического состояния в более низкое или, наоборот, из более низкого состояния в более высокое. При этом они получают или теряют энергию, и эта энергия излучается в виде фотона. Общий термин для создания света путем возбуждения атомов таким способом — «люминесценция» (это, помимо всего прочего, еще и очень красивое слово).

Свет ведет себя предсказуемо, поэтому мы можем формировать его и манипулировать им, использовать его для процессов, которые кажутся чистой магией. Свет — и неважно, исходит он от Солнца или другого подходящего источника, — отражается от окружающих нас предметов (людей, зданий, птиц в полете) и позволяет нам видеть форму и историю, которую мы позже сможем воспроизвести с помощью шокирующей технологии Technicolor.



Именно такое поведение света можно классифицировать как зеркальное или диффузное отражение. В первом, зеркальном, случае свет отражается от объекта четко определенным образом, как от зеркала, стекла или гладкой поверхности воды в штиль. Однако большинство отражений являются диффузными, потому что почти все в жизни нерегулярно и не поддается прогнозу, и когда свет попадает на такие предметы, он рассеивается.

Свет преломляется, когда проходит через определенные

предметы, и этот «изгиб» света особенно полезен для тех из нас, кому приходится носить очки: линзы, через которые мы смотрим, преломляют свет.

А еще свет демонстрирует поведение, называемое дифракцией и интерференцией. Дифракция — это когда свет изгибается вокруг препятствий или проходит через зазоры: если прикрыть глаза в темноте и сквозь щелочки разглядывать, как уличные фонари превращают свет в причудливые длинные полосы и ловкие, усеченные движения, вы увидите пример дифракции. Интерференция — это встреча двух световых волн: они либо прекрасно поладят и будут взаимно компенсировать друг друга, либо не достигнут согласия и будут вместе расти и меняться. Непредсказуемая цветная поверхность мыльного пузыря — это пример интерференции — явления, которое может заставить нас взглянуть на процесс мытья посуды совершенно по-новому.

Могущественное Солнце все время излучает огромное количество энергии. И хотя лишь малая часть ее достигает Земли, этого более чем достаточно, чтобы освещать наши дни, даже с вездесущей задержкой: свет, который мы сейчас видим, принадлежал Солнцу восемь минут назад. Но такое космическое отставание не делает закат менее прекрасным или менее вечным. Возможно, мы смотрим на Солнце, которого больше нет, но с ним все равно лучше, чем без него.

Без Солнца и, как следствие, солнечного света мир несильно отличался бы от нынешнего, но мы просто не смогли бы ничего увидеть.

Атомы — произведения искусства

Возможно, нам стоит развесить портреты атомов в больших музеях с кондиционерами и белыми стенами и всматриваться в них в тихом изумлении. Мы будем ходить по этим галереям атомов и указывать: «Посмотрите! Немыслимо, что благодаря этим крошечным, невзрачным штучкам существует все вокруг».

В начале 1960-х аномально гениальный американский физик Ричард Фейнман в ходе одной из лекций сказал так: «Если в некоем катаклизме будут утрачены все научные знания и мы сможем передать следующему поколению существ лишь одно предложение, какое утверждение будет содержать максимальный объем информации при наименьшем количестве слов? Я полагаю,

это будет атомная гипотеза (или атомный факт, как вам больше нравится) о том, что все объекты состоят из атомов — маленьких частиц, которые пребывают в постоянном движении, притягиваясь, когда они находятся на небольшом расстоянии друг от друга, и отталкиваясь, когда это расстояние сокращается до минимума. Вы увидите, что в одном этом предложении содержится огромное количество информации о мире, если призвать на помощь воображение и мышление».

Атомы играют решающую роль в нашем понимании Вселенной. И хотя представление о том, что мир состоит из мельчайших частиц, существует уже более 2500 лет, лишь в последние двести лет стало действительно невозможно думать, что все устроено как-то иначе. Теперь мы можем не только увидеть атомы, используя чудовищно мощные микроскопы, но и даже манипулировать ими. Мы научились, пусть и немного, перемещать составные части Вселенной.

Такая красивая (и до недавнего времени невидимая) концепция о значении и неизбежной природе атомов помещает всех на удовлетворительно ровное игровое поле. Ваши хорошие и плохие решения, ваш размах крыльев, ваша целостность как личности — все это возможно благодаря 7 миллиардам миллиардов миллиардов ваших атомов, каждый из которых состоит (грубо говоря) из расположенного в середине положительного ядра и отрицательного электронного облака вокруг него. Это облако как бы танцует из стороны в сторону, попеременно очаровывая другие атомы и отталкивая их (квантовая механика — это по-настоящему сложная магия). Без атомов здесь ничего не было бы: ни этой книги у вас в руках, ни ручки, которая сегодня утром протекла у вас в кармане, ни этих зданий, которые кому угодно могут внушить страх высоты, — совсем ничего. Если бы не атомы, не было бы ни массы, ни молекул, ни материи, ни меня, ни вас.

Растения ведут себя лучше

Мы, люди, невероятно близоруки по сравнению с растениями: мы с удивительной частотой приходим в эту жизнь и покидаем ее, в то время как растения могут жить сотни, а иногда и тысячи лет. Эта разница во временны*х* масштабах, вероятно, отчасти стала причиной того, что мы неспособны защитить их и понять их в совокупности.

Но теперь, уф-ф, мы пытаемся лучше понять их. У растений нет нейронов — нервных клеток определенного типа, которые передают информацию и присутствуют почти у всех животных. Однако у растений есть собственная версия интеллекта. Наука о нем называется нейробиологией растений, и некоторые ученые, работающие в этой области, считают, что растения обладают такими свойствами, как память, способность к обучению и решению проблем. Правда, хотя при обсуждении этих явлений часто используется слово «интеллект», его не стоит понимать как наличие сознания или иных сложных функций. Рассуждать о растениях с опорой на антропоморфические термины непросто, поскольку у растений другие приоритеты по сравнению с человеком: когда мы уходим, именно им приходится разбираться с тем хаосом, который мы после себя оставили.

Именно потому, что они должны неподвижно находиться на одном месте, им пришлось развивать столь своеобразные и химически сложные способы выживания: растение должно обладать обширными «знаниями» о своем непосредственном окружении, потому что ему нужно питаться, расти, размножаться и защищать себя, не сходя с места.

Деревья — великолепный пример сложной организации и «интеллекта» растений. Их корни переплетены, как напрямую, так и посредством микоризных грибов, которые обитают в их корневых системах и образуют половину чрезвычайно важных симбиотических отношений. Без этих грибов у деревьев не было бы достаточного доступа к минералам в почве. А поскольку у микоризных грибов отсутствует хлорофилл, они не могут расти без участия деревьев.

Деревья также, по-видимому, могут отличать собственные корни от корней других видов и даже от корней своих родственников. Они делятся пищей и питают своих «соседей», когда те больны или переживают непростое время (например, зимой осинам приходится труднее, чем хвойным деревьям, поэтому хвойные протягивают им руку помощи). Все это происходит, по всей видимости, лишь по одной причине: жизнь становится гораздо проще, когда вы помогаете другим, а не

просто обеспечиваете себе выживание. Связь между корнями деревьев иногда оказывается столь сильной, что два дерева могут погибнуть одновременно.

В каком-то смысле деревья точно знают, чем они занимаются, но просто двигаются гораздо медленнее нас. Нервные импульсы человека могут перемещаться со скоростью 119 метров в секунду при напряжении мышц и 0,61 метра в секунду — при передаче болевых сигналов, а электрические импульсы дерева движутся со скоростью всего лишь 0,00014 метра в секунду. Они кажутся нам медлительными, но на самом деле они прекрасно адаптируются к стрессовым факторам (климату, вирусам или изменениям в почве).

Ежегодно открывают тысячи новых видов растений, но из тех видов, которые нам уже известны, более чем каждый пятый находится под угрозой исчезновения. Растения кажутся настолько базовой вещью для человечества, что мы забываем, что во всем зависим от них: они основа пищи, топлива, лекарств и материалов. Они регулируют температуру, климат и рельеф нашей планеты. Мы постоянно ожидаем слишком многого, и это проявляется все ярче и ярче. По словам покойного этноботаника Тима Плоумена, «они способны питаться светом, разве этого недостаточно?».

Млечные солнечные галактические системы

Этот момент стоит прояснить.

Солнечные системы — обычное явление. В нашей системе есть одна звезда, которую мы называем Солнцем, и она окружена

планетами и всем остальным, что так или иначе вращается вокруг нее (хотя и не случайно, потому что в космосе не бывает случайностей). К этим остальным объектам относятся луны, астероиды, камни и много-много пыли.

Наша Солнечная система находится внутри галактики, которую мы называем Млечный Путь. Она представляет собой невероятно большую систему звезд, изолированную от других подобных систем обширными областями пространства. В Млечном Пути, ширина которого составляет около 110 тысяч световых лет, наше Солнце — это лишь одна из 100–400 миллиардов звезд, у большинства из которых есть собственные планеты. Подобно человеческому эго, галактики бывают разных размеров, и, хотя у нас довольно просторно, есть и другие, намного более крупные, например галактика Андромеды (наша соседка).

Термин «Вселенная» относится ко всем галактикам, которые мы когда-либо наблюдали и будем наблюдать, — это совокупность всех известных и неизвестных объектов и чудес в космосе. Еще в 1920-х годах астрономы полагали, что Млечный Путь содержит все звезды во Вселенной, — сейчас эта мысль кажется очаровательной, поскольку на самом деле звезд бесчисленное множество миллиардов.

Дело в том, что мы видим космос лишь до определенных границ. Хотя современные телескопы позволяют нам изучать в мельчайших деталях миллиарды отдаленных галактик и явлений, есть вещи, до которых нам никогда не дотянуться, — это одно из последствий жизни в постоянно расширяющейся Вселенной.

В сентябре 2014 года астрономы поняли, что группа галактик, частью которых является Млечный Путь, в сто раз больше по массе и объему, чем считалось ранее: 500 миллионов световых лет от одного ее края до другого. Галактики имеют тенденцию объединяться в группы, или скопления. Более крупные и плотные группы мы называем сверхскоплениями. Оказалось, мы живем в одном из таких сверхскоплений, и астрономы назвали этот регион Ланиакея, что на гавайском означает «неизмеримые небеса».

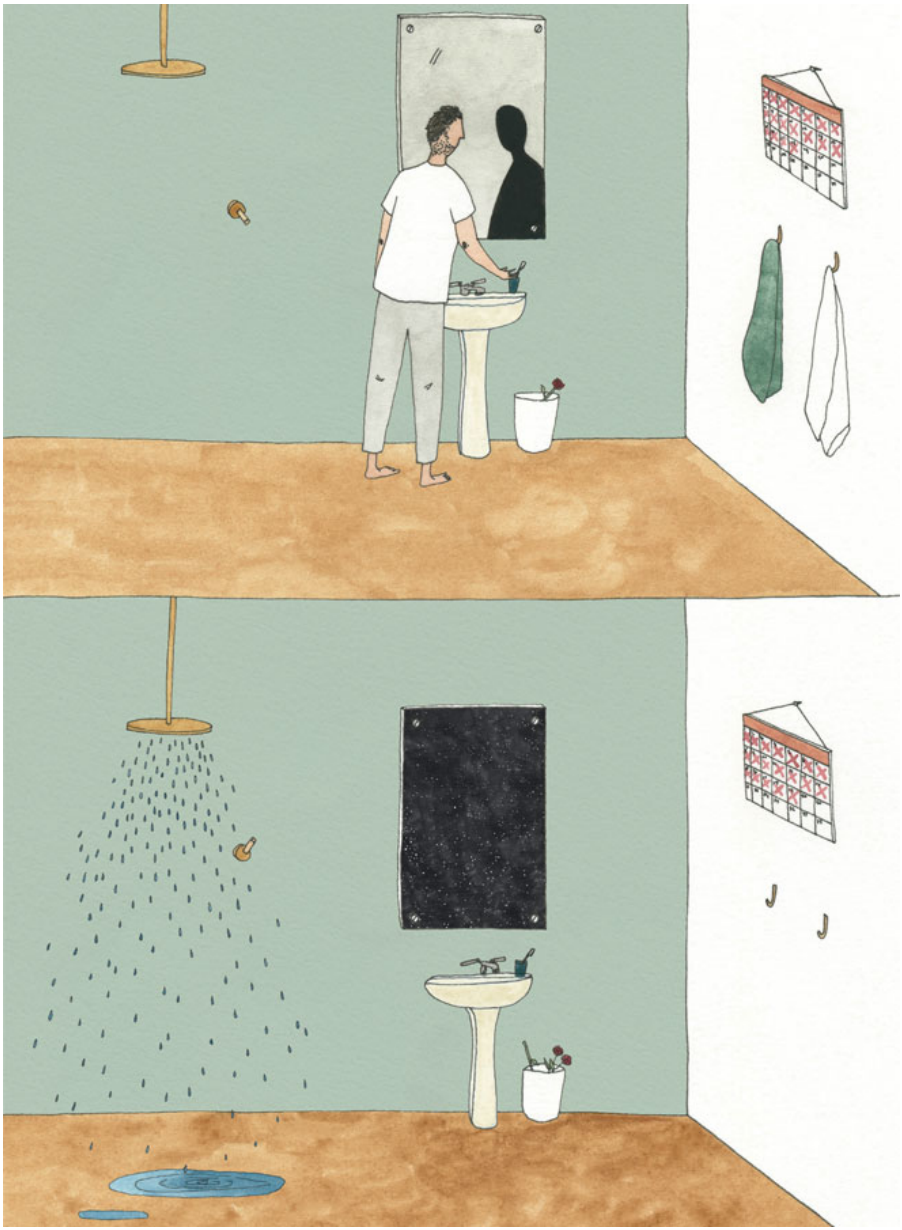
И если этот факт не приводит вас в восхищение, то я не знаю, что на вас подействует.

Я сегодня сам не свой

Идея неизменного «я» ведет к путанице и недоразумению, и, если думать о ней слишком долго, она может показаться какой-то липкой, почти подозрительной. Все ваши предыдущие версии — те, что существовали пять минут назад, несколько часов назад, несколько лет назад, — связаны очевидной нитью, и концепция личности путается, когда речь заходит о физическом теле, внешности или памяти. Понятно, что нельзя свести себя к какой-то одной вещи: человек — это, скорее, некая сюжетная линия, бесконечная прогрессия, вариации на тему. Нечто, позволяющее связать свое нынешнее «я» с нашими прошлыми и будущими версиями.

Похоже, мы воспринимаем себя и мир как часть повествования: в нем есть главные герои, с которыми мы общаемся, к которым обращаемся, а также начало, середина и конец. Мозг человека стремится создавать истории и сюжетные линии, даже когда исходные данные бессвязны и противоречивы. И почти все в нашей жизни связано с другими людьми или с тем, как они нас воспринимают. Мы думаем, что будем (или не будем) вести себя и действовать определенным образом, но часто ошибаемся, удивляемся и совершаем поступки, которые явно «не в нашем характере». И хотя это расстраивает нас, мы неспособны выбирать или контролировать аспекты жизни, которые в конечном счете влияют на то, что мы говорим, делаем или думаем.

В зависимости от наших взглядов есть много разных (и часто противоречивых) методов самоанализа. Шотландский философ XVIII века Дэвид Юм утверждал, что «я» — это не что иное, как «пучок восприятий», а американский философ Дэниел Деннет описывает «я» как «центр гравитации нарратива (повествования)». При этом социальный психолог Хейзел Роуз Маркус говорит, что «нельзя быть собой, когда ты сам по себе».



И хотя мы, вероятно, не те гениальные и единственно важные существа, какими себя считаем, нам нужно опираться в жизни на некое восприятие себя, и оно становится неотъемлемой частью многих явлений: любви, обучения, того, на что мы обращаем внимание. Но мы постоянно создаем это «я» — оно не стоит где-то в сторонке, ожидая, пока мы его отыщем. Неважно, что вы думаете по этому поводу и насколько вы запутались в этих вопросах, — возможно, вас обнадежит мысль, что у вашего «я»

множество лиц и форм выражения.

Митохондриальная Ева

Мы жаждем знать, кто мы и как мы появились. Наверняка мы люди, которыми сами себя считаем. Но они — это совсем не обязательно мы.

Рассуждая с позиции генетики, все мы, люди, очень похожи: 99,9% нашей ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты) совпадают

с ДНК любого другого человека. И если это кажется удивительным, просто представьте: наша ДНК лишь на 1,3% отличается от ДНК шимпанзе. А еще наши гены на 90% совпадают с генами кошки, на 80% — с генами коровы, примерно на 60% — с генами цыплят и плодовых мушек и даже на 50% — с бананом. Это одновременно впечатляюще и бессмысленно, поскольку у всего сущего на Земле имеется определенный процент генетического совпадения.

Термином «геном» обозначается полный набор ДНК, и ваш геном содержит инструкции для развития и формирования всего, чем вы были, чем являетесь сейчас и чем когда-либо будете. Каждая молекула ДНК состоит из двух закрученных в спираль нитей — кажется, что они замерли в неловком танце, когда обе стороны боятся, что окажутся непозволительно близко друг к другу. Каждая нить состоит из пар оснований. Человеческий геном содержит около 3 миллиардов пар оснований, при этом только 0,1% из них отличаются у разных людей. Сложно поверить, но этой крошечной разницы хватает, чтобы отразить все различия у всех людей, которые когда-либо жили на планете.

Изучая прошлое с точки зрения генетики, мы можем определить «ближайшего общего предка» (*англ.* MRCA — most recent common ancestor) — ближайшего по времени представителя вида, от которого произошли напрямую все другие организмы. Если проанализировать людей в одной только Европе, то их общий предок жил от 400 до 600 лет назад. Общий предок всех людей, кто сейчас живет на Земле, по некоторым подсчетам, жил около 3000 лет назад.

Можно заглянуть еще дальше в прошлое и приблизительно определить матрилинейного (по женской линии) и патрилинейного (по мужской линии) общего предка. Предка женского пола называют «митохондриальной Евой», и она была определена по данным митохондриальной ДНК. Этот тип ДНК почти исключительно характерен для стороны матери и практически не меняется в ходе появления новых поколений. Считается, что митохондриальная Ева жила около 200 тысяч лет назад. Мужской предок известен как «Y-хромосомный Адам». Его след был определен по Y-хромосоме, которая передается между мужчинами и не подвержена рекомбинации. Считается, что Y-хромосомный Адам жил в период от 237 тысяч до 581 тысячи лет назад.

Пока неясно, какой смысл черпают в этом генеалоги. До сих пор существуют противоречивые теории о распространении человеческого вида на планете: то ли митохондриальная Ева и ее потомки произошли из Африки и вытеснили все другие типы

людей («африканская» теория), то ли мы заселяли земной шар параллельно, распространяясь по разным регионам. Это непростой вопрос, поскольку создание карты человечества с опорой на понятие митохондриальной ДНК еще не завершено, а методы датирования окаменелостей, которые используют для установления временных рамок человека, не отличаются системностью. Похоже, точнее всего это сформулировал генетический антрополог Джон Хокс, который сказал, что «нас ждет масштабная реорганизация науки о происхождении человека».

Если наши незаметные различия — это большое откровение, то наше сходство — тем более: вашей ДНК все равно, что написано у вас в паспорте. Ее интересует лишь медленное и упорядоченное биологическое развитие. Мы до сих пор делим территории, устанавливаем границы и горячимся на тему культурных различий — все это с позиции генетики кажется странным, устаревшим и решительно нецивилизованным.

Ясно, что мы еще не до конца разобрались, как нам жить.

Я буду там, где синева

Трудно найти человека, который равнодушен к голубому цвету, и, конечно, ему пришлось бы непросто: 71% поверхности Земли покрыт сверкающей соленой водой, а небо нередко имеет чудесный лазурный оттенок. Учитывая, как широко распространен этот цвет, странно понимать, что на протяжении большей части истории человечества (за исключением египтян) у нас даже не было слова для его обозначения.

На самом деле в природе голубой цвет на удивление неуловим: растения с большим количеством антоцианов в составе и правда окрашены в голубой (хороший пример — черника), а вот подавляющее большинство живых существ этот пигмент не производят. По этой причине синяя окраска животных чаще всего обусловлена не наличием голубого пигмента, а иризацией — избирательным отражением (подробнее о свете в разделе «Ужасно прояснительно»).

Явление, известное как «рассеяние Рэлея», лежит в основе и окраски североамериканской птицы *Cyanocitta cristata* (она же — голубая сойка), и небесной синевы. Перья голубой сойки содержат меланин и казались бы черными, если бы не крошечные воздухоносные мешочки, которые рассеивают свет, — поэтому нам кажется, будто оперение этой птицы переливается бесконечными оттенками синего. А когда мы пристально смотрим на небо, то наблюдаем, как солнечный свет входит в атмосферу Земли и сталкивается с частицами в воздухе. По сравнению с другими цветами, содержащимися в свете, синий имеет меньшую длину волны и, следовательно, рассеивается больше. Результат этого рассеяния? Голубые небеса!

Океан кажется синим по той же самой причине: молекулы воды поглощают красные, желтые и зеленые волны, а волны синего спектра отражают. При этом цвет может отклоняться в сторону зеленого или даже красного, когда свет отражается от частиц или осадка в воде. Но еще сильнее на цвет океана влияет фитопланктон — крошечные организмы, которые не только содержат хлорофилл и осуществляют фотосинтез, но и отражают зеленую часть спектра, а значит, вода в тех регионах, где они живут, выглядит намного зеленее, чем там, где их мало (как в чистых водах Карибского бассейна).

Берлинская лазурь, темно-синий, кобальтовая синь. Можно закрыть глаза, но синева останется в душе.

Отношения на расстоянии

Трудно вообразить, как велики расстояния между звездами. Измеряя эти космические дистанции, астрономы используют такие параметры, как расширение Вселенной, цвет звезд (видимый цвет позволяет судить об их температуре поверхности и возрасте) и различные степени яркости. Но чаще всего астрономы используют то, что называется параллаксом.

Параллакс — это просто воспринимаемое различие в положении объекта, когда кажется, что объект изменил свое местоположение только потому, что мы изменили свое. Например, если держать карандаш перед лицом и смотреть на него то левым, то правым глазом, нам покажется, что карандаш смещается.

Особое движение и изменение положения звезд по сравнению

с их фоном и отдаленными объектами называется звездным параллаксом. Это один из самых старых способов измерить расстояние в космосе. Астрономы отмечают положение звезды, а через шесть месяцев возвращаются к ней, чтобы измерить ее смещение (этот метод включает в себя множество треугольников).

Термин «параллакс» зашифрован в слове «парсек» — единице измерения, эквивалентной 3,26 светового года (или 31 триллиону километров). Это один из оптимальных способов измерения расстояний в космосе, но из-за величины дистанций даже парсеки приходится использовать кратно, когда речь идет об объектах за пределами Млечного Пути. Для объектов, которые расположены относительно близко к нашей Галактике, можно использовать килопарсеки. Для большинства других галактик применяются мегапарсеки, а для совсем удаленных галактик и большинства квазаров (подробнее в разделе «Самые светлые объекты в наблюдаемой Вселенной») — гигапарсеки (1 миллиард парсеков). Край видимой Вселенной — так называемый «горизонт частиц» — находится на расстоянии более 14 гигапарсеков, или более 45 миллиардов световых лет.

Точность земных телескопов ограниченна: они позволяют наблюдать звезды на расстоянии до 100 парсеков, поскольку атмосфера Земли влияет на четкость изображения. Хорошо, что космические телескопы не имеют таких ограничений и измеряют расстояния до объектов и между ними гораздо точнее, чем мы со своими приземленными наблюдениями.

Точные (или «прямые») расстояния измеряются в астрономических единицах, или AU, которые равны расстоянию между Землей и нашим Солнцем. Этот метод можно применить только к объектам, которые находятся не далее чем 1000 парсеков от нас. Все остальные расстояния рассчитываются при помощи комплекса методов, поскольку все методы связаны между собой и влияют друг на друга, — в совокупности это называется лестницей космического расстояния (или внегалактической шкалой расстояний).

Короче говоря, это заставляет человека чувствовать себя точно, измеримо и неимоверно крошечным.

Облака разобьют ваше сердце

Практически в любой момент две трети нашей планеты с большой вероятностью покрыты облаками. Неудивительно, что облака, как неотъемлемая часть ритмов Земли, решают за нас многие вопросы — от выбора обуви и вида транспорта до готовности подождать на улице. Они принимают за вас эти решения с большим удовольствием: потемневшее небо может оставить вас дома на несколько дней, а голубые небеса позволят наконец-то высадить луковицы тюльпанов. Они говорят с нами, а мы их слушаем, сами того не осознавая.

Метеорологам сложно моделировать и прогнозировать поведение облаков, однако они постоянно присутствуют в нашей жизни и обнадеживают нас. Они сформированы из водяного пара или кристаллов льда, решительно прильнувших к микроскопическим частицам в атмосфере, которые называют ядрами конденсации, — дыму, пыли и соли. Это происходит потому, что воздух перенасыщен и не может больше удерживать всю воду. Когда водяной пар конденсируется вокруг таких ядер, образуются облачные капли: соберите миллионы миллионов этих капель, и вы получите облако весом в сто крупных слонов (хотя в это и трудно поверить).

Несмотря на неимоверную тяжесть, вода в облаке распространяется на многие километры, и воздействие гравитации на что-то столь же малое, как одна капля воды, едва ощутимо. Лишь когда капля достигает определенного размера, ее веса хватает, чтобы выпасть в виде дождя на нас с вами. Иначе облака остаются там, а мы их рисуем. Нам нужно, чтобы они отражали и рассеивали солнечное излучение, улавливали тепло Земли и выпускали его обратно (эффект, противоположный охлаждению). Частицы в облаке одинаково рассеивают солнечный свет с любой длиной волн, и это придает им классический белый цвет. А такие параметры, как толщина облака или положение солнца на небе (например, когда оно только поднимается из-за горизонта), порождают отличия в этой пасмурной теме и дарят облакам их лирические вариации цвета — бесконечные оттенки белого и серого.

Облака отличаются друг от друга, начиная с поэтических названий — слоисто-дождевые, серебристые, перистые и линзовидные — и заканчивая красивыми, но эфемерными физическими формами и разрушительным потенциалом (вспомните муссонные дожди, ураганы и торнадо в море). Как только вы начнете замечать, насколько разнообразны и удивительны облака, они неизбежно разобьют ваше сердце (и сделают это так, что заодно заболит и шея).

Хоть кто-то знает, который час?

Несмотря на то что наши представления о нем продолжают меняться и развиваться, время по-прежнему остается одним из самых сложных для определения свойств нашей Вселенной, поскольку оно может быть и относительным, и мнимым, и реальным. На некотором фундаментальном уровне его вообще нет — по крайней мере, в том виде, в котором его представляем

мы с вами. В обычной жизни многое из того, что мы называем временем, на самом деле является воспоминаниями или ожиданием будущего.

Представители древних цивилизаций измеряли время при помощи таких явлений, как ежегодный выход Нила из берегов или тени разной длины, отбрасываемые солнечными часами. Современное понимание основано на общей теории относительности Эйнштейна, в которой время является лишь координатой и не всегда течет с одинаковой скоростью. Время — это не просто линия, оно существует в поле пространства-времени в четырех измерениях.

Время не симметрично — скорее, ему присущи асимметрия и одностороннее направление. В 1927 году британский астроном Артур Эддингтон придумал понятие «ось времени». Он осознал, что, если бы время было симметричным, мир стал бы совершенно бессмысленным. Такая бессмысленность не сразу очевидна. Например, если воспроизвести в обратном порядке видеозапись планет, вращающихся вокруг Солнца, нам будет сложно отличить ее от оригинального видео. На записи все будет соответствовать законам физики. Но если воспроизвести задом наперед видео, на котором книга падает на пол, будет казаться, что книга падает вверх, а это абсурд. Мы помним прошлое, но мы не можем помнить будущее.

Термин «ось времени» (в термодинамике ее также называют стрелой времени) имеет прямое отношение ко второму закону термодинамики — одному из четырех законов, открытых в XIX веке, определяющих отношения между теплом, работой, энергией и температурой. Этот закон гласит, что энтропия может только увеличиваться в замкнутой системе, где замкнутая система — это наша Вселенная, а энтропия — мера хаоса. С течением времени энтропия увеличивается, и, хотя мы не можем измерить время с помощью энтропии, мы знаем, что энергия во Вселенной медленно, но верно движется к окончательному хаосу. Вещи не становятся аккуратнее, и мы не можем вернуться ко вчерашнему дню. Так второй закон термодинамики случайным образом определяет направление во времени.

Есть другие оси времени, которые различаются по своей связанности друг с другом: космологическая, которая указывает направление расширения Вселенной; излучающая стрела времени, включающая расширяющиеся наружу волны источника; казуальная стрела, связанная с причиной, предшествующей следствию, и квантовая стрела, которая сообщает о симметрии времени и связана со знаменитым уравнением Шрёдингера (при этом никто не знает, как эта стрела связана с остальными). Есть и

психологическая стрела: мы воспринимаем время как движение от известного прошлого к неизвестному будущему.

В культурном отношении организация времени бывает разной, и это прямо влияет на наш опыт. В одних языках прошлое «располагается» позади человека, а будущее — впереди, но в других языках, наоборот, прошлое располагается впереди, а будущее — позади. Возможно, причина в том, что прошлое можно увидеть, а чтобы мы видели объект, он должен быть перед нами. В некоторых языках время воспринимается как пройденное расстояние, в других — как растущий объем (длинный день, полный день). В английском мы размышляем о времени в линейных терминах, слева направо. Носители китайского языка используют слова «над» и «под», когда говорят о времени. В греческом языке время может быть большим и маленьким. Мы так легко ошибаемся и принимаем слово за объект или явление, которые оно обозначает.

Но это не страшно, потому что, когда мы восхищенно разглядываем ночное небо, мы смотрим прямо в прошлое. Свет перемещается со скоростью 299 792 458 метров в секунду, но расстояние так велико, что он прибудет в пункт назначения, только когда мы уже предадимся ностальгии. Верхняя часть вашего тела стареет быстрее, чем ноги, потому что с увеличением гравитации время замедляется. Гора стареет быстрее, чем дно океана. И будь вы внизу или слева, на северо-востоке или позади меня, и как бы вы ни называли день, который наступит после завтрашнего, — я уверена: когда мы договоримся встретиться между порядком и хаосом, вы придете вовремя.

Почему Луна не падает

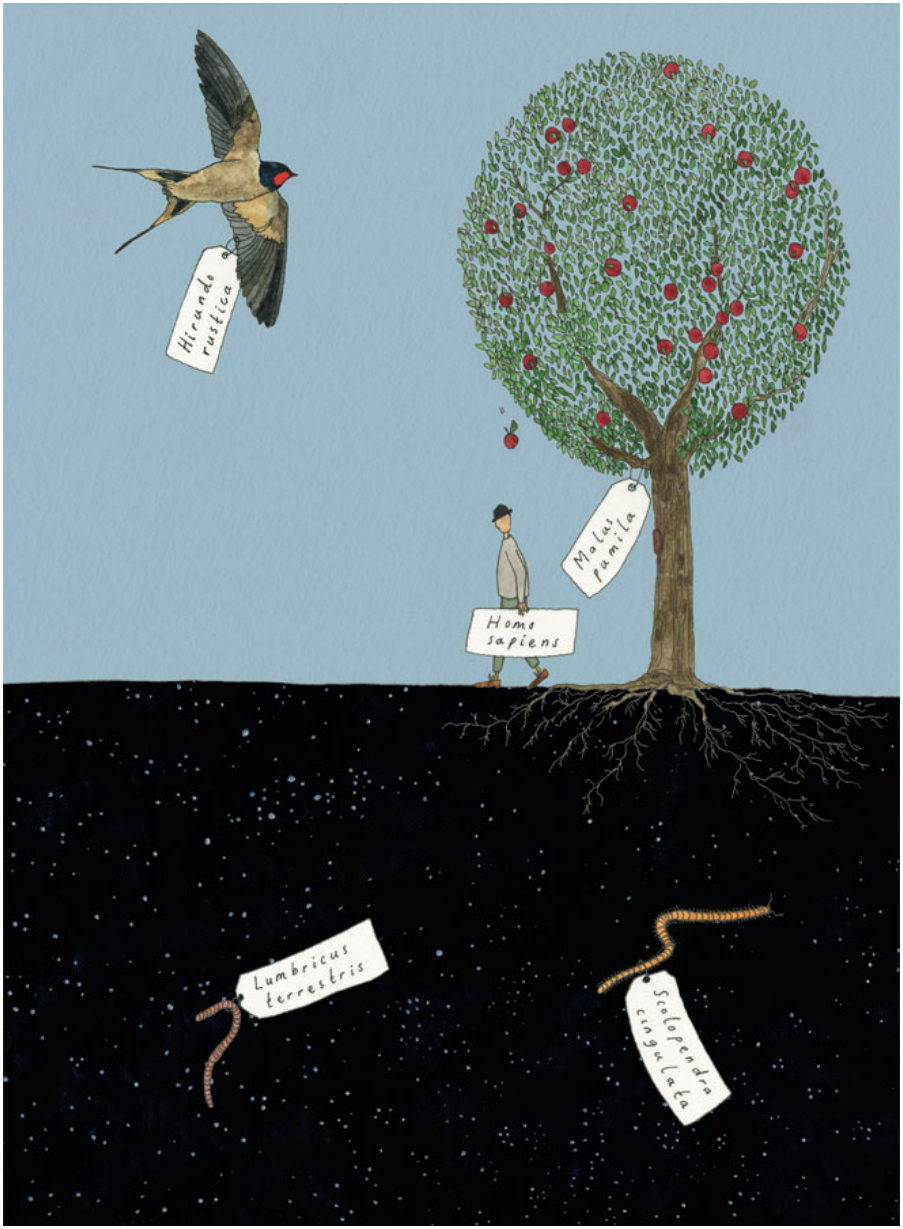
В нашей Солнечной системе полно взаимного притяжения. Называйте это как хотите: удачным моментом, гравитацией, любовной историей, которая никогда не случится (в основном это гравитация).

Что касается Луны, ее интересует только Земля. Земля

притягивает Луну, когда она вращается вокруг нас, воздействуя на нее центростремительной гравитационной силой, которая идеально уравновешивается тем, что Луна притягивает нас при помощи центробежной силы, действующей в противоположном направлении. Луна, затерянная в собственном мире, движется со скоростью 3683 километра в час. Объекты в космосе, если им не мешать, предпочитают продолжать движение в том же направлении, спасибо за беспокойство (это явление называется инерцией).

Именно эта игра на законах физики (скорость Луны, равное притяжение в двух направлениях) гарантирует, что Луна никогда не покинет нас (хотя она постепенно отдаляется от нас со скоростью 3,8 сантиметра в год). Эти магические на вид силы действуют, потому что все, что имеет массу (планеты, звезды), создает кривую в пространстве-времени вокруг себя. Поскольку Земля больше, кривизна в пространстве-времени, которую она создает, достаточно велика, чтобы воздействовать на Луну и «приказывать» ей двигаться по орбите вокруг нас. Я полагаю, что Луна не против, потому что она не может глаз от нас отвести.

Классификация



Все живые организмы можно объединить в группы на основе простых общих характеристик. Дальше эти группы можно делить на более конкретные подгруппы. Этот процесс называется таксономией (от греческих корней taxis — «класс» и nomia — «метод»). В основе современной классификации всех живых

существ лежит Systema Naturae, составленная шведским ботаником Карлом Линнеем в 1735 году. Мы по-прежнему называем ее классификацией Линнея, хотя со временем система сильно изменилась: от первоначальной идеи ученого о «минеральной» группе быстро отказались.

Сегодня мы классифицируем каждый организм на разных уровнях: домен, царство, тип, класс, отряд, семейство, род и вид (вид — наименьшая и наиболее точная категория). Мы, например, принадлежим к классу млекопитающих, отряду приматов и семейству гоминидов. Эта классификация ведет к отдельным научным названиям из двух частей, которые даны каждому живому существу, — к «биномиальной номенклатуре», в которой указываются род и видовые группы. Эти названия всегда указывают курсивом, причем первое слово пишется с заглавной буквы, а второе — со строчной. В нашем случае это *Homo sapiens*.

Метод классификации Линнея основан на сходстве между вещами, а не на филогении или эволюционных отношениях, хотя есть и другие системы, например кладистика, основанные на генетике и чертах, которые можно проследить до ближайшего общего предка (см. «Митохондриальная Ева»). Такие системы включают в себя более традиционную таксономию, но их главная цель — реконструировать эволюционную историю. Любопытно, что классификация как новых, так и старых видов часто приводит к спорам между учеными, в ходе которых они жонглируют названиями на латыни, потому что многие виды прячутся между строк, не подпадая под четкие критерии определений настолько, чтобы их можно было однозначно отнести к той или иной группе.

Оставим споры в стороне. Ясно, что у нас есть врожденное и почти безумное стремление давать объектам названия. Нам нужно найти для них слова, чтобы до конца понять их. Чтобы обрести частичный или полный контроль, нам нужно «затем», прежде чем мы сможем иметь «сейчас». Но еще наименование объектов способствует общению, превращает знакомое в видавшее виды, а также помогает нам сохранять какое-то подобие здравомыслия. Мы по своей природе социальны, нас привлекает порядок и то, что экономит нам время.

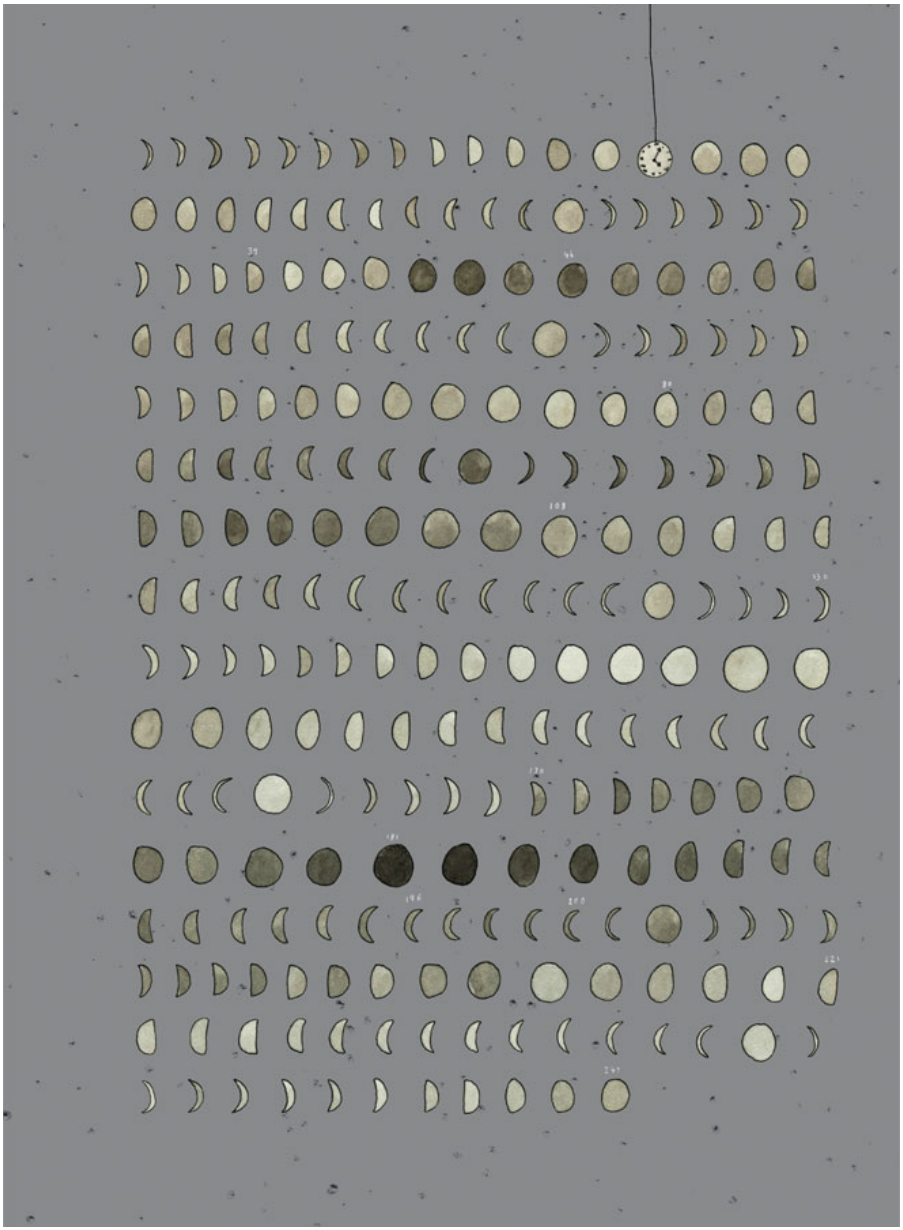
Краткая терминология, с помощью которой мы описываем известный нам мир, освобождает больше места для мечтаний.

Дни и годы

Есть годы, которые мы запоминаем, и годы, которые забываем полностью. В мире используется примерно сорок разных календарей, и ни один из них не совпадает идеально с астрономическим годом, поэтому неудивительно, что мы намертво вцепились в видимое течение времени. (Астрономический год, также называемый тропическим, «солнечным» или равноденственным, — это время, за которое Земля совершает один полный оборот вокруг Солнца.)

Сегодня самый популярный календарь — григорианский, который используется с 1582 года. По длине он отличается только от своего предшественника, юлианского календаря, неточность которого составляла одиннадцать минут. За тысячу лет использования юлианского календаря такие явления, как равноденствие, солнцестояние и Пасха, оказались совершенно рассогласованными (создателей календаря, конечно, в первую очередь заботила Пасха), поэтому продолжительность года изменили с 365 дней и 6 часов на 365 дней, 5 часов и 49 минут. Хотя этой системой с тех пор пользуемся почти все мы, при утверждении новомодного григорианского плана пришлось учесть странные високосные годы — они происходят каждые четыре года, но раз в сто лет их следует пропускать, если только год не представляет собой число, которое делится на четыреста (незначительная деталь). Чтобы завершить реформу, пришлось также удалить десять дней из истории. Таким образом, после 4 октября 1582 года сразу наступило 15 октября (еще одна незначительная деталь)[1].

Древних египтян считают первой цивилизацией, разделившей день на двадцать четыре части. Но, поскольку у них не было определенной меры времени, эти часы сильно отличались в разное время года: их продолжительность сокращалась или росла в зависимости от светового дня. Позже древние греки предложили концепцию равных частей дня, но даже после этого большинство людей продолжали использовать сезонные часы до тех пор, пока в конце XVI века в Европе не изобрели часы с маятником.



В 1967 году, к счастью (или к сожалению, если вам так больше нравится), самым точным хранителем времени в истории человечества стали атомные часы. С тех пор Международное бюро мер и весов определило продолжительность секунды в 9 192 631 770 циклов излучения, соответствующих переходу между двумя энергетическими уровнями атома цезия-133. Такие часы не отстанут ни на секунду в течение миллиардов лет. И тем не менее нам все равно приходится ходить кругами, добавляя

дополнительные секунды к единому всемирному времени (UTC), чтобы атомное время соответствовало астрономическому: примерно восемь минут из каждого десятилетия содержат шестьдесят одну секунду, а не шестьдесят.

Если это не имеет смысла здесь, может, это имеет смысл там.

Царства живой природы

После того как стало очевидно, что простое разделение всего живого на царства животных и растений не отражает бесконечное разнообразие жизни, биологи взялись за дело и выделили еще несколько подгрупп, которые включают в себя все живые организмы.

Самая высокая категория в классификации — домен, который делит живые существа на бактерии, археи или эукариоты, но до 1990-х годов именно категория царств была наиболее распространенным способом классификации организмов. Однако и до и после этой даты наблюдалось немало путаницы и разногласий в отношении сходства, происхождения видов и прочего, так что мы до сих пор не разобрались до конца (см. обзор классификации).

В 1998 году, после долгих метаний, английский биолог Томас Кавалье-Смит опубликовал новую версию модели шести царств, в которую до 2015 года последовательно вносились изменения. Однако, по-видимому, сейчас мы остановились на следующих семи царствах: бактерии, археи, простейшие, хромисты, растения, грибы и животные.

Люди, конечно, относятся к последнему царству — царству животных. Слово «животное» (animal) происходит от латинского animalis, что означает «существо, способное дышать, иметь душу, живое». В биологическом контексте к животным относятся все существа: саранча, сороки, ящерицы, люди. Но когда мы используем этот термин в повседневной жизни, то часто вырезаем себя из этой картины и называем животными всех, кроме нас: например, других млекопитающих или только тех, у кого есть позвоночник (хотя на долю позвоночных приходится лишь 5% видов животных).

Нам нравится указывать на различия. Мы отличаемся от одноклеточных бактерий, потому что у нас клеток много. У наших клеток нет жестких стенок, поэтому мы непохожи на растения, водоросли и грибы, у которых они есть. Мы не можем производить собственную пищу, так что нам приходится ее потреблять, прямо или косвенно питаться другими живыми существами. Мы способны передвигаться без посторонней помощи, практически в любом направлении, нам не нужно опасаться хищников. Можно подумать, что такие различия, безусловно, делают нас чрезвычайно особенными и жутко важными. Но это не так.

Что именно я вдыхаю?

Хотя многие считают, что воздух — это просто кислород, на него приходится только 21% от того, чем мы дышим. Остальная часть пищи для наших легких — это в основном азот (78%) вместе с разными менее привычными ингредиентами: другими газами, вредными примесями и загрязнителями воздуха, молекулами воды, пылью, микробами и спорами растений. Мы также вдыхаем космическую пыль, остатки объектов, разрушенных во внешней атмосфере, которые добираются до наших внутренних органов крошечными частицами, но в огромных количествах: за этот год вы почти наверняка вдохнете частицы метеорита.

Все молекулы в воздухе постоянно сталкиваются друг с другом со скоростью полутора сотен километров в час. За несколько недель они могут облететь весь мир и распространиться по всему нижнему слою атмосферы Земли. Это означает, что каждая частица может оказаться в ваших краях и в ваших легких.

За двадцать четыре часа человек в среднем вдыхает около 9000 литров воздуха, совершая около 24 тысяч вдохов в день и более 8 миллионов — в год. Тот, кто дожил до 80 лет, совершил более 700 миллионов вдохов! Невообразимо, каким легким нам кажется этот процесс.

Вам редко приходится думать о дыхании, а ваша дыхательная система вряд ли забудет, что нужно делать: вы даже не замечаете, как работают ваши легкие, сердце и все остальное. Но, оказывается, о дыхании все-таки стоит подумать. Долгое время оно считалось автоматическим процессом — за него отвечает часть мозга, которая управляет жизнью (такими внутренними процессами, как сердцебиение и сон), однако на самом деле дыхание может влиять на ваш разум. Есть данные о том, что, когда мы меняем скорость дыхания или просто обращаем на него больше или меньше внимания, мы задействуем разные области мозга. А еще мы единственный вид животных, которые способны осознанно регулировать свое дыхание, а не просто позволять ему меняться в зависимости от того, находимся мы в покое, бежим или впадаем в панику.

В мире столько интересного, аж дух захватывает.

Хочу говорить только с тобой

Теория движения Луны веками сводила с ума астрономов. Исаак Ньютон сказал, что это единственная проблема, которая приносила ему сильные головные боли. У орбиты Луны есть много нерегулярных элементов. Ее эксцентричные движения, известные как «возмущения», добавляют людям немало забот —

при этом мы до сих пор не знаем точно, откуда она взялась. История исследований Луны насчитывает две тысячи лет, и сегодня мы можем сделать карту движения Луны с высоким уровнем точности.

Наша луна — пятая по величине в Солнечной системе, но существует много других лун: у Марса есть две луны, у Юпитера — по меньшей мере семьдесят девять. Но наша такая дружелюбная, такая близкая и начинается с заглавной буквы: это Луна (хотя бы потому, что раньше никто не знал о других лунах, пока Галилей в 1610 году не обнаружил четыре луны вокруг Юпитера).

У Луны огромное влияние. Из-за нее у Земли невероятно устойчивый климат (по крайней мере, на фоне большей части космоса). Она стабилизирует вращение нашей планеты, не говоря уже о том, что без нее эволюция могла бы сложиться совсем по-другому. Например, если бы Земля жила сама по себе без лунных приливов, не существовало бы столь драматичных колебаний вдоль береговых линий — изменений, которые, вероятно, подтолкнули к эволюции самые первые биомолекулы.

И даже если Луна постепенно удаляется, совокупный эффект лунных приливов на протяжении миллионов лет означает, что в настоящее время у нас есть синхронное вращение — движение, похожее на танец двух партнеров. Луна вращается с той же скоростью, с которой она движется вокруг Земли (она фактически захвачена нашей планетой), поэтому мы постоянно видим одну и ту же ее сторону.

Нас успокаивает, что она всегда на месте, как и звезды. Звезды не видны в течение дня, потому что небо слишком яркое, а вот Луна иногда может казаться днем даже ярче, чем ночью. Как радостно, что у нас есть кто-то, с кем можно вместе разбираться в этих вселенских задачках или потанцевать, кто понемногу удлиняет наши дни и замедляет нас.

Пусть горы мирно спят

Большинство гор на Земле — это результат невежливой толкотни тектонических плит, символ разногласий, которые остаются неразрешенными в течение миллионов лет. Тектонические плиты — блоки земной коры, отвечающие за дрейф континентов, землетрясения и вулканы, глубокие океанические траншеи и целые горные хребты, — сложились в драматические складки так же легко на вид, как лист бумаги.

На Земле всего четырнадцать гор высотой более 8000 метров, и самая высокая из них — гора Эверест в Гималаях, которые простираются через всю Азию, направляясь из Афганистана через Пакистан и Индию в Непал, в Тибет через Бутан, а потом исчезают в Мьянме. Среди гор есть вулканические, но Эверест к ним не относится — эта гряда начала расти 40 миллионов лет назад в результате столкновения двух континентов. Вершина Эвереста — это более мягкая осадочная порода, образованная из скелетов существ, которые спокойно плавали в теплом океане. Непальцы называют его Сагарматха, что означает «мать Вселенной», и он до сих пор немного увеличивается из года в год.

Хотя универсального определения горы не существует, большинство геологов согласны с тем, что гора должна возвышаться по крайней мере на 300 метров над окружающей территорией. Горы покрывают 20% поверхности Земли и являются домом для примерно 10% населения мира: мы укладываемся спать у них на боку. Большинство наших рек скромно берут начало в горах, в разреженном воздухе, а потом снабжают водой более половины человечества.

Как ни трудно в это поверить, раньше люди считали горы уродливыми и опасными. Только в конце XVIII века писатели-романтики постепенно прониклись красотой гор, и мы начали удивляться им и восхищаться при мысли о горных пиках. Сегодня мы можем удивляться и тому, к каким далекоидущим и ужасным последствиям привело наше хаотическое существование на планете. Таяние ледников в горах, вызванное глобальным потеплением, сказалось даже на вращении Земли вокруг своей оси, поскольку вес воды, которая ранее содержалась в этих ледниковых слоях, перераспределяется из более высоких в более низкие широты.

Именно такую реальность нельзя игнорировать: держи, отпускай, держи снова. Не будьте теми, кто бродит вокруг, отводя взгляд и держа руки в карманах.

Кораллы в стрессе

Глядя на кораллы, это трудно представить, но на самом деле они не растения, а животные. При этом они почти полностью зависят от фотосинтеза (см. «Вкус Солнца»): в их клеточных оболочках живут микроскопические водоросли, которые таким образом обеспечивают кораллам 90% энергии. Именно по этой

причине рифы лучше всего развиваются на мелководье, где вода теплее, ярче и получает больше солнца.

Коралловые рифы занимают менее 1% океанского дна, но являются одной из самых разнообразных экосистем в мире и оказывают огромное влияние как на окружающую воду, так и на окружающую сушу. Помимо прочего, они защищают береговые линии от тропических штормов и связанной с ними эрозии, создают благоприятную среду для существования тысяч других видов. Они используются и в медицинских исследованиях, при разработке методов лечения таких заболеваний, как рак или болезнь Альцгеймера.

Рифам приходится поддерживать неустойчивое равновесие, тогда как наша вездесущая деятельность на планете приводит к большим потерям. Кораллы растут невероятно медленно — от 2 миллиметров до 10 сантиметров в год, и они восстанавливаются слишком медленно, чтобы выживать на фоне повышения температуры и кислотности океана, разрушительных методов рыбной ловли, загрязнения окружающей среды и недобросовестного туризма. Мы потеряли примерно половину наших коралловых рифов за последние тридцать лет. Когда условия в воде становятся невыносимыми для кораллов, они реагируют на перегрев, вытесняя из своих клеток живительные водоросли, а затем приобретают грустный белый оттенок. Обесцвечивание кораллов необязательно приводит к их гибели, но на их восстановление уйдут долгие годы. И даже если они поправятся, их репродуктивная функция, вероятно, окажется безвозвратно нарушена.

Но мы можем сделать многое, чтобы замедлить темпы уничтожения и принять меры для восстановления коралловых рифов. В 2017 году ученые занимались сводничеством в районе Большого Барьерного рифа: они собирали личинки кораллов и выращивали миллионы кораллов в резервуарах, а затем возвращали их на дно океана в защитных подводных сетях, где многие из них продолжили успешно развиваться. Похожий проект был реализован на Филиппинах, где методы рыбного промысла с использованием взрывчатых веществ повредили огромные районы кораллового рифа. Эти меры чрезвычайно важны, поскольку мы просто не можем позволить себе полностью потерять такую экосистему.

Это именно та проблема, о которой стоит беспокоиться и ради которой стоит действовать. Конечно, вместе с остальными проблемами, которые тоже требуют вашего внимания.

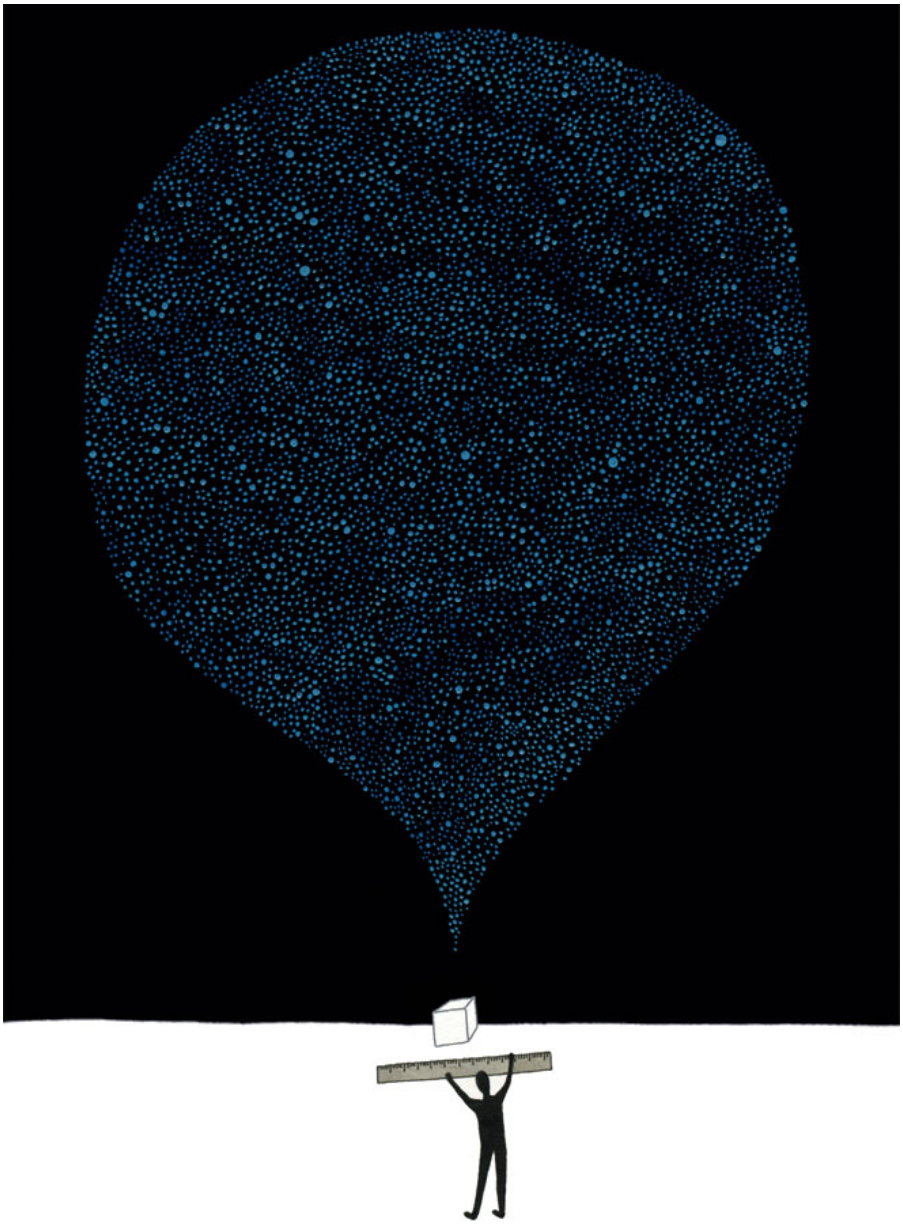
Танец в пустоте

Люди склонны думать, что мы тут главные, хотя на самом деле мы ничего особенного из себя не представляем.

Большую часть массы атома составляет его ядро, однако оно занимает очень мало места, и 7 миллиардов миллиардов миллиардов атомов, составляющих наши тела, вместе со всеми остальными атомами во Вселенной, на самом деле пусты на 99,9999999%. Вернее, не совсем пусты — не в том смысле, который мы в это слово вкладываем. Это пространство заполнено электронами, которые отказываются слишком сильно друг к другу приближаться, а также волновыми функциями, невидимыми квантовыми полями и идеями, которые слишком велики, чтобы изложить их на одной странице. Если убрать это «пространство», то вы бы уместились в куб размером менее 1/500 сантиметра в ширину.

Ядро примерно в 100 тысяч раз меньше всей структуры атома (см. подробнее в «Атомы — произведения искусства») — настолько, что напоминает муху внутри собора. Вокруг ядра — облако электронов, которые в учебниках по физике часто изображают в виде маленьких сфер, равномерно и прозаично окружающих ядро. В действительности электроны больше похожи на гигантский рой птиц: движения отдельных птиц не разобрать, но мы можем видеть всю стаю в движении.

То, что делают электроны, проще всего сравнить с танцем, причем это отнюдь не неловкий или странный танец: они выполняют прекрасную последовательность фигур и па, которые были заложены одним математическим уравнением, названным в честь австрийского физика Эрвина Шрёдингера, который проделал необычайную работу в области квантовой теории. Эти танцевальные шаги различаются, а электроны никогда не устают. При этом не найдется и пары электронов, выполняющих одни и те же движения, — это явление называется «принципом исключения».



Похоже, на субатомном уровне вы постоянно танцуете — это может заставить вас задуматься в следующий раз, когда вы почувствуете, что в состоянии лишь застенчиво покачиваться или переминаться с ноги на ногу, глядя в пол. Но не будем забывать, что каждый год в вашем теле 98% атомов меняются на новые, так что, возможно, не стоит к ним слишком привязываться.

Теории не догадки

Много путаницы возникает, когда речь заходит о терминах, которые ученые используют для объяснения и организации явлений. Они часто употребляют слова, которыми мы пользуемся в обычной жизни, но вкладывают в них совсем другое значение. Например, для большинства людей, далеких от науки, слово

«теория» означает предположение, догадку, какое-то смутное ощущение. В мире науки «теория» — это утвержденное объяснение, научная теория, которую вряд ли можно сильно изменить за счет новых доказательств и которая не раз подтверждалась в ходе наблюдений или экспериментов.

Удачные примеры научных теорий — теория Большого взрыва, теория эволюции Дарвина, теория относительности Эйнштейна, теория всего. Как правило, эти теории невозможно изложить в одном предложении или в виде короткого аккуратного уравнения, но они действительно представляют (нередко с удивительной ясностью) фундаментальные идеи о том, как работает природа.

Другое распространенное заблуждение состоит в том, что после достаточного количества исследований, собранных доказательств и проверки временем теории превращаются в законы. Это совсем не так, причем научные законы и научные теории вообще не заменяют друг друга. Закон в науке — это описание наблюдаемого явления, однако он не объясняет, почему оно существует. Именно научная теория делает попытку дать наиболее логичное объяснение явлению. Проще говоря, законы предсказывают, что происходит во Вселенной, а теории предполагают почему.

Стоит заметить, что гипотезы — это не грубые догадки и не «выстрелы наугад». Когда ученые формулируют гипотезы, они опираются на существующие научные знания, предыдущий опыт, наблюдения и логику. Гипотезы — это предполагаемые объяснения для довольно узкого перечня событий, в то время как теории шире по характеру и состоят из одной или нескольких гипотез, каждая из которых прошла строгую и неоднократную проверку.

Хотя полностью опровергнуть научную теорию весьма сложно, опровержение даже небольших фрагментов может обладать чрезвычайной ценностью, поскольку это часто приводит к новейшим открытиям, которые ранее были немыслимы. Поскольку каждая новая трансформация теории ведет к увеличению знаний и аналитического потенциала по сравнению с предыдущей, наше понимание явлений со временем становится более точным и детальным.

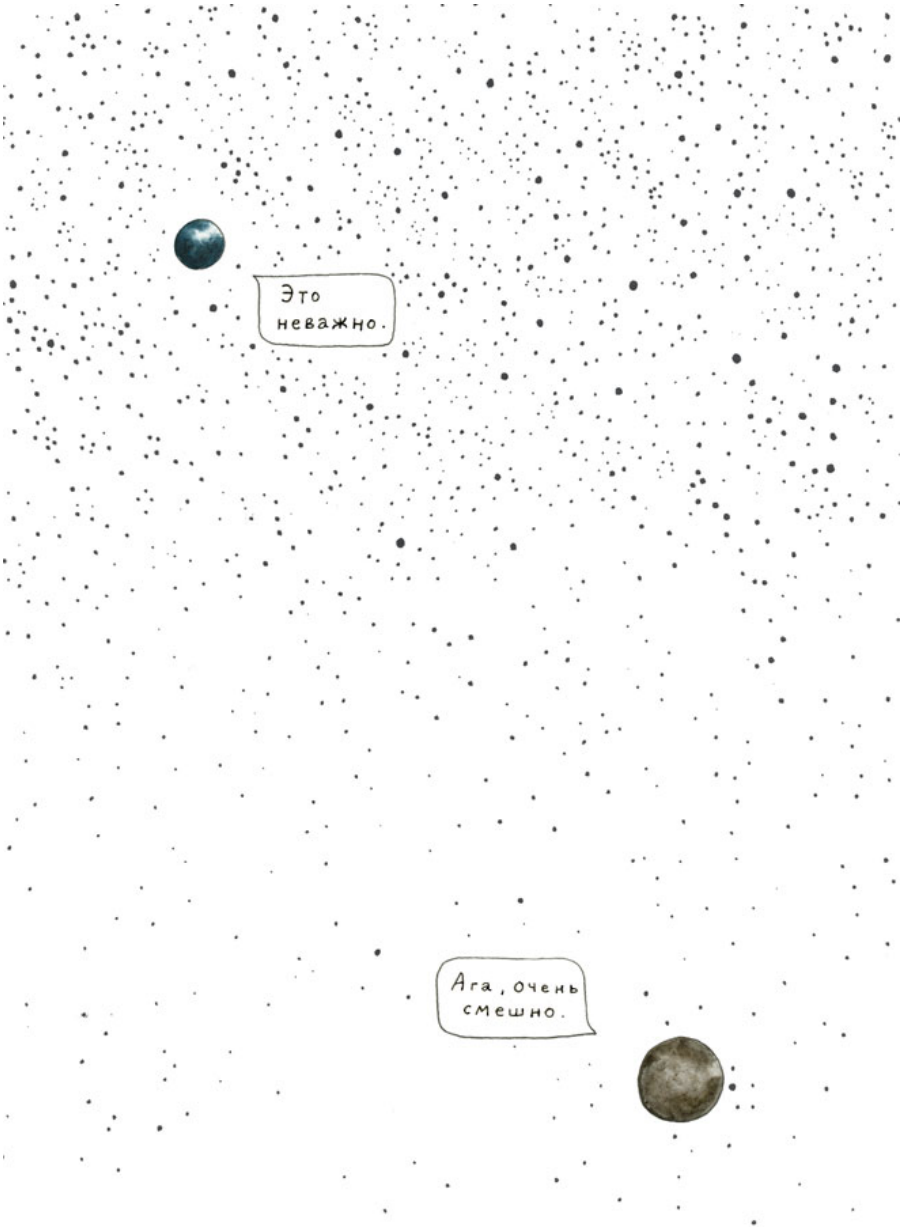
Именно это и есть наука — флуктуации, процесс реконфигурации наблюдаемых истин, то, что бросает вызов нашим самым глубоким предположениям и вызывает восхитительный хаос при помощи здравого смысла.

Вселенная старше тебя

Возраст Вселенной, какой мы ее знаем, составляет 13,8 миллиарда лет (плюс-минус 120 миллионов), так что она отпраздновала немало юбилеев со времен Большого взрыва, на который мы можем ориентироваться как на отправную точку. Свет все это время путешествовал в ее пределах, поэтому наиболее отдаленные внешние части Вселенной, на которые мы можем поглазеть, находятся на расстоянии всего 13,8 миллиарда световых лет. То, что мы называем «наблюдаемой Вселенной», на самом деле просто маленький осколок, и он, вероятно, распространяется во всех направлениях до бесконечности.

Возраст Вселенной можно выяснить приблизительно, но довольно точно, если посмотреть на самые старые объекты в ней или измерить скорость ее расширения. Логично предположить, что Вселенная не может быть моложе, чем то, что находится в ней. Возраст шаровых звездных скоплений, которые вращаются вокруг Млечного Пути, — самых древних из известных нам объектов — составляет от 11 до 18 миллиардов лет (поэтому мы можем утверждать, что Вселенной как минимум 11 миллиардов лет). А измерение расширения Вселенной сегодня позволяет нам понять, как она расширялась в прошлом (теоретически в бесконечном прошлом). Хотя цифра 13,8 миллиарда была получена с помощью измерений на основе разных источников, один из наиболее показательных факторов — это изменение плотности вещества во Вселенной с течением времени. Вселенная с низкой плотностью вещества старше, чем вселенная с высокой плотностью, и сегодня наша Вселенная содержит только 4,9% нормальной материи (остальное составляют 68,3% темной энергии, 26,8% темной материи и незначительное количество нейтрино, фотонов и радиации).

Удивительно, что возраст Вселенной может быть определен с точностью 99,1%, притом что еще десять лет назад слова «точный» и «космология» не только не вступили бы в диалог, но и вряд ли согласились бы находиться в одной комнате.



Да, и мы тоже стары. Многие атомы в наших телах, например углерод и кислород (см. подробнее в «Сотворенные из углерода»), — это остатки бульона, сваренного внутри гигантских звезд, и вы лишь немного отличаетесь строением от всего остального. Поскольку вы живете в той или иной форме уже 13,8 миллиарда лет, неудивительно, что иногда вы чувствуете себя изможденными.

И вы должны были стать именно собой — здесь, тогда и

сейчас. Другого выбора у вас не было. Все, что случилось с момента Большого взрыва, происходило по законам Вселенной. И хотя мы знаем не все законы (а те, что знаем, возможно, не понимаем до конца), кажется, что все было решено заранее: все явления и события состоялись единственным возможным для них способом.

В основном мы бактерии

В прошлом много шума наделало высказывание о том, что бактерии превосходят по численности остальные клетки тела человека примерно в десять раз. На самом деле это соотношение, вероятно, гораздо менее драматично и составляет один к одному, то есть на одну часть вас приходится одна часть бактерий. Однако

многие факторы могут влиять на это соотношение, например вес тела и чувствительность иммунной системы. По некоторым расчетам, число клеток в вашем теле составляет от 15 до 724 триллионов, а количество одноклеточных бактерий — от 30 до 400 триллионов. Возможно, более примечателен тот факт, что ученые до сих пор не уверены в точности этих цифр. Ваше тело — это страна чудес для микробов.

Бактерии — одна из самых ранних форм жизни. Мысль, что мы покрыты ими с головы до пят, одновременно забавная и пугающая (особенно тревожно становится, когда вы видите их изображения под микроскопом), но подавляющее большинство бактерий приносят человеку огромную пользу: они предотвращают распространение вредных бактерий, контролируют состояние среды на коже и играют решающую роль в развитии и поддержании иммунной системы. Это звучит прекрасно, и так оно и есть.

Возможно, величайшим достижением бактерий является кишечник. В нашем теле этот орган содержит наибольшее количество видов бактерий — невероятно сложное сообщество микроорганизмов, известное как желудочно-кишечная микробиота, или кишечная флора. Отношения между человеком и его кишечной флорой не только взаимовыгодны, но и очень интересны: лишь в последние годы ученые начали понимать, что между кишечником и мозгом существуют сложные и важные взаимоотношения.

Эти два органа связаны обширной сетью нейронов (нервных клеток), химических веществ и гормонов и в совокупности называются «энтеральной нервной системой». Она поддерживает связь с центральной нервной системой, связывающей головной и спинной мозг, но может действовать и независимо от нее. Похоже, бактерии у вас в кишечнике способны не только разобраться с вашим завтраком, но и повлиять на ваше восприятие мира и поведение. Большинство нейронов, участвующих в связи кишечника и мозга, отправляют информацию в мозг, а не получают ее. Странно и удивительно думать, что ваш кишечник, возможно, оказывает больше влияния на ваше настроение, чем что-либо еще, — и в короткой, и в долгой перспективе.

Похоже, наш язык начал подозревать это раньше, чем наука: мы говорим «нутром чую» или называем что-то «тошнотворным». Интересно посмотреть, что бы произошло, если бы мы какое-то время прислушивались к нашим бактериям, а не к мозгу.

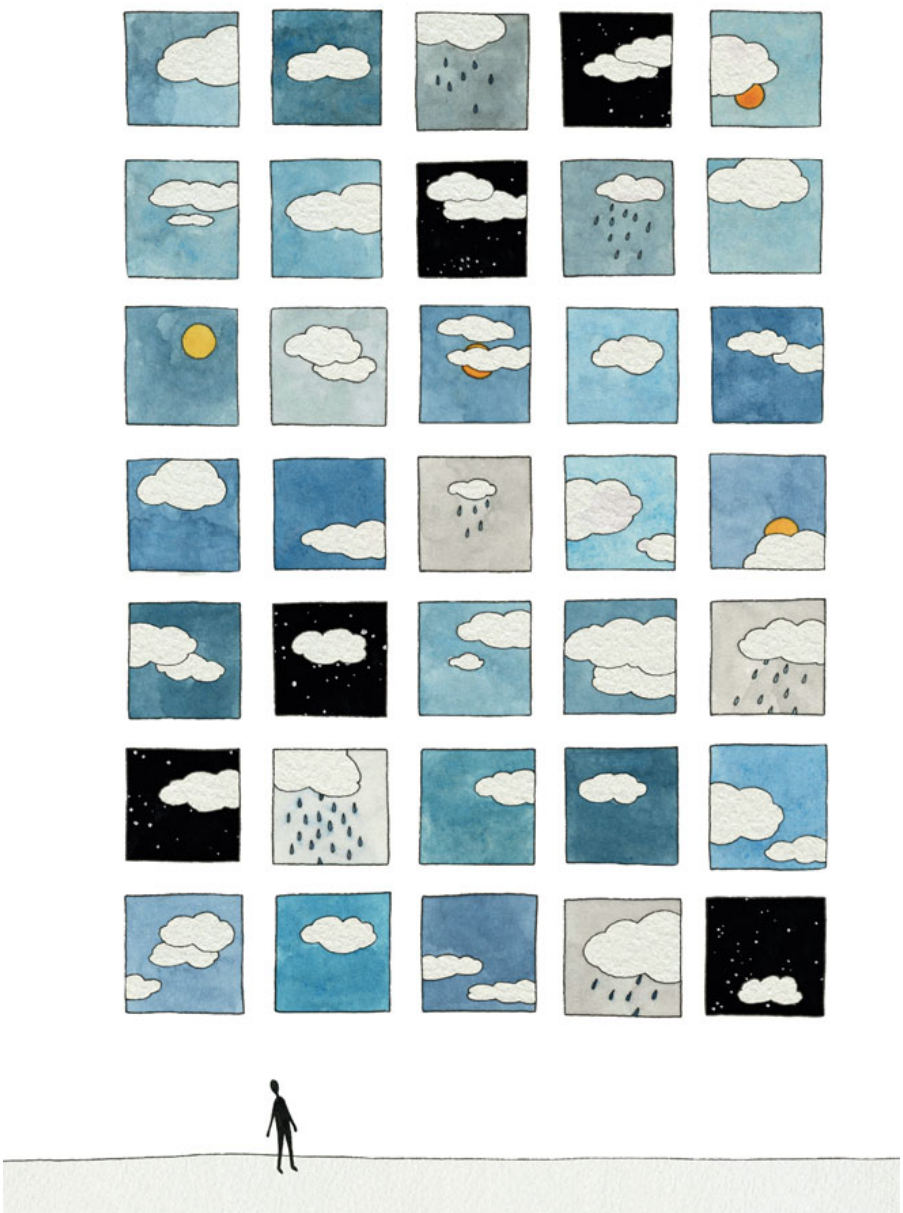
Мы помним только свои воспоминания

Раньше считалось, что долговременную память человека можно сравнить с библиотекой, в которой объекты, события и возможности размещаются на полках. Одни из них перечитывают очень редко, а другие время от времени берут в руки и листают. Большая часть книг просто собирает пыль, но всегда на месте на случай, если что-то нужно уточнить. В последние годы это представление было полностью опровергнуто, и теперь мы знаем, что все наши воспоминания могут резко измениться.

Каждый раз, когда вы вспоминаете событие из прошлого, мозговые сети меняются, что, в свою очередь, влияет на последующие воспоминания об этом событии. Так что вы вспоминаете не совсем то, что на самом деле происходило (если этот процесс вообще можно назвать воспоминанием). Выяснилось, что воспоминания не обладают ни статичностью, ни неизменностью, и наш мозг постоянно переписывает их, используя текущую информацию. На этот процесс влияют такие факторы, как окружающая среда, время и настроение, — вместе эти незаметные обновления приводят к тому, что у нас формируются неверные воспоминания обо всем. Автор одного из первых исследований на эту тему объясняет кратко: «С каждым новым извлечением из памяти ваше воспоминание о событии теряет точность — до той степени, что оно становится полностью ложным». К сожалению или к счастью, наши воспоминания становятся вымыслом в большей мере, чем истории, которые мы рассказываем, и чем книги, на основе которых наши воспоминания сформировались.

У этих несовершенных копий, небольших, но повторяющихся изменений в последовательности есть причины. Память должна помогать вам принимать правильные и полезные решения в настоящем, поэтому ей надо оставаться в курсе событий, а не бесконечно застревать в прошлом. К сожалению, это значит, что мы ужасно ненадежные свидетели, потому что мозг постоянно фильтрует наши воспоминания на основе того, кто мы есть сейчас, что мы думаем и чувствуем. Увы, воспоминания, которые нам дороги и к которым мы чаще всего обращаемся, будут самыми неточными, потому что мы так много раз воспроизводили их в памяти. Судя по всему, для того чтобы помнить, мы должны также забывать. Мы способны сохранять в памяти определенные события, пока подавляем другие, — и даже в этом случае мы

помним не все подробности, а лишь ряд искаженных деталей.



Наши воспоминания четкие, яркие и часто полностью ошибочные.

Язык науки

Научный язык не предназначен для человеческого слуха, он не слишком-то мелодичен. Ему не хватает эмоций и свободы выражения, он избегает местоимений первого лица единственного числа и строго придерживается формальных, хорошо проверенных правил — и боже упаси использовать

восклицательный знак. Язык науки точен и не обладает двусмысленностью.

Тем не менее научный язык упорно остается недоступным для большинства далеких от науки людей — не только по указанным выше причинам, но и потому, что он помещает знакомые слова в совершенно иной контекст. Кроме того, он использует новый вокабуляр, с которым человеку в обычной жизни не приходится сталкиваться.

Во многих отношениях язык — одна из самых больших нерешенных проблем науки, поскольку в наши дни обсуждение и публикация исследований почти полностью происходят на английском языке. Носители языка, как правило, ошибочно полагают, что вся важная информация в любом случае будет на английском языке, а люди, не владеющие английским с рождения, не решаются публиковать результаты на родном языке: вдруг их работу обойдут вниманием или случайно продублируют. Из-за этого мы пропускаем новые важные исследования, опубликованные на других языках, особенно в таких областях, как биоразнообразие и экология, где бо́льшая часть работы проводится в дальних странах.

У этой проблемы давняя история. С XV по XVII век ученые обычно использовали родной язык для обсуждения идей, а затем публиковали свои работы на латыни, что разумно казалось нейтральной основой. Но постепенно латынь утратила свою роль в науке: первые выводы Галилея относительно Юпитера и его лун были опубликованы на латыни, но более поздние работы — уже на итальянском языке. Поздние исследования Ньютона сначала выходили на английском языке, а более ранние его идеи излагались на латыни. К началу XIX века лишь три языка составляли основу коммуникации и письменных исследований: немецкий, английский и французский. Теперь, спустя много веков борьбы за внимание, английский определенно стал языком науки.

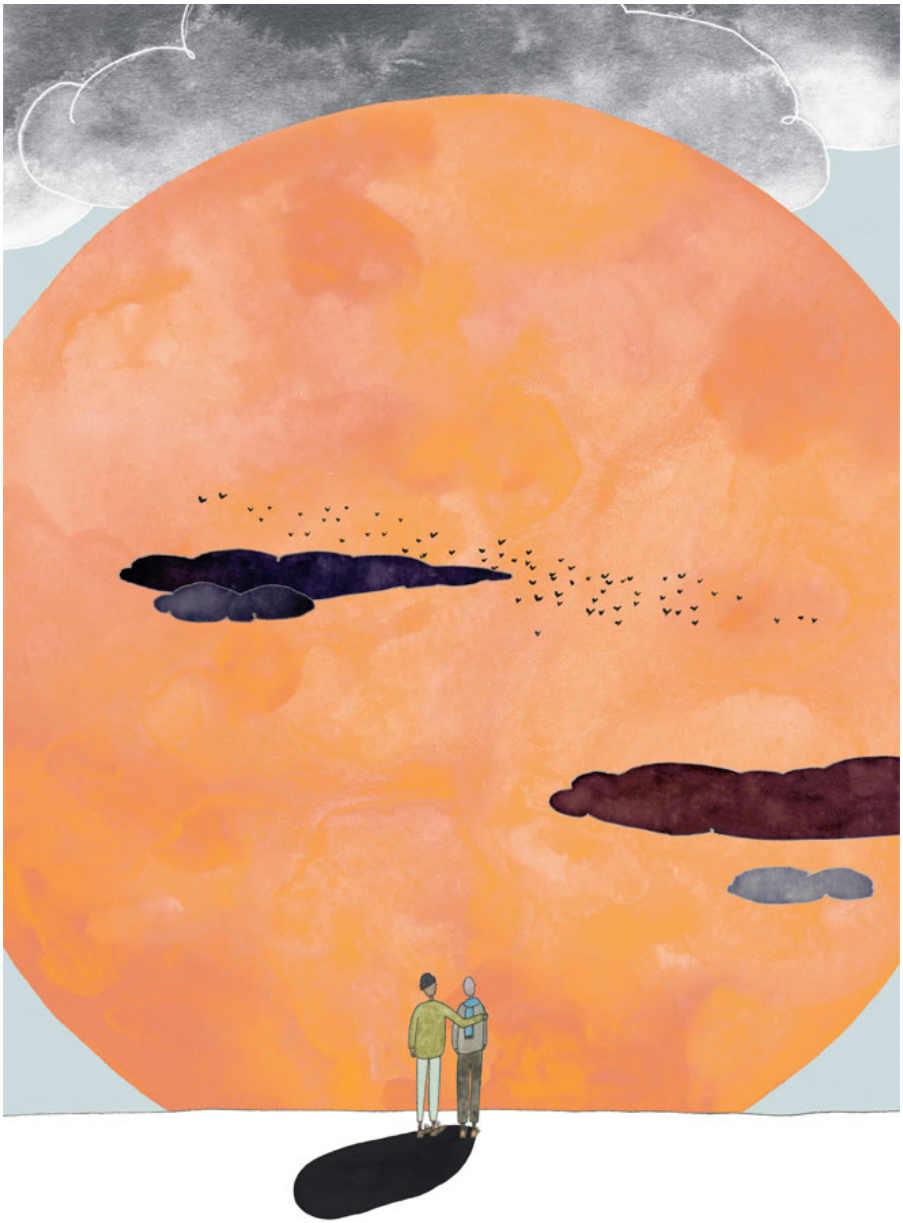
Этот подход «универсального языка» прежде всего означает, что другие языки рискуют утратить присущие им уникальные способы передачи идей, поскольку они стараются идти в ногу с постоянно развивающейся и меняющейся научной лексикой. Когда мысли, открытия и эволюцию загоняют в такие тесные рамки, особенных результатов ждать не приходится и каждый начинает звучать так же, как и все остальные.

После рассвета холодает

Говорят, что темнее всего перед рассветом, и холоднее тоже, но технически самое темное время — на полпути между сумраком и рассветом, а когда солнце появляется на горизонте, воздух может стать холоднее, чем во время предшествующей темноты. На исходе ясной ночи (когда не было облаков) через час после рассвета может стать даже на несколько градусов холоднее. Видите ли, утро наступает с задержкой.

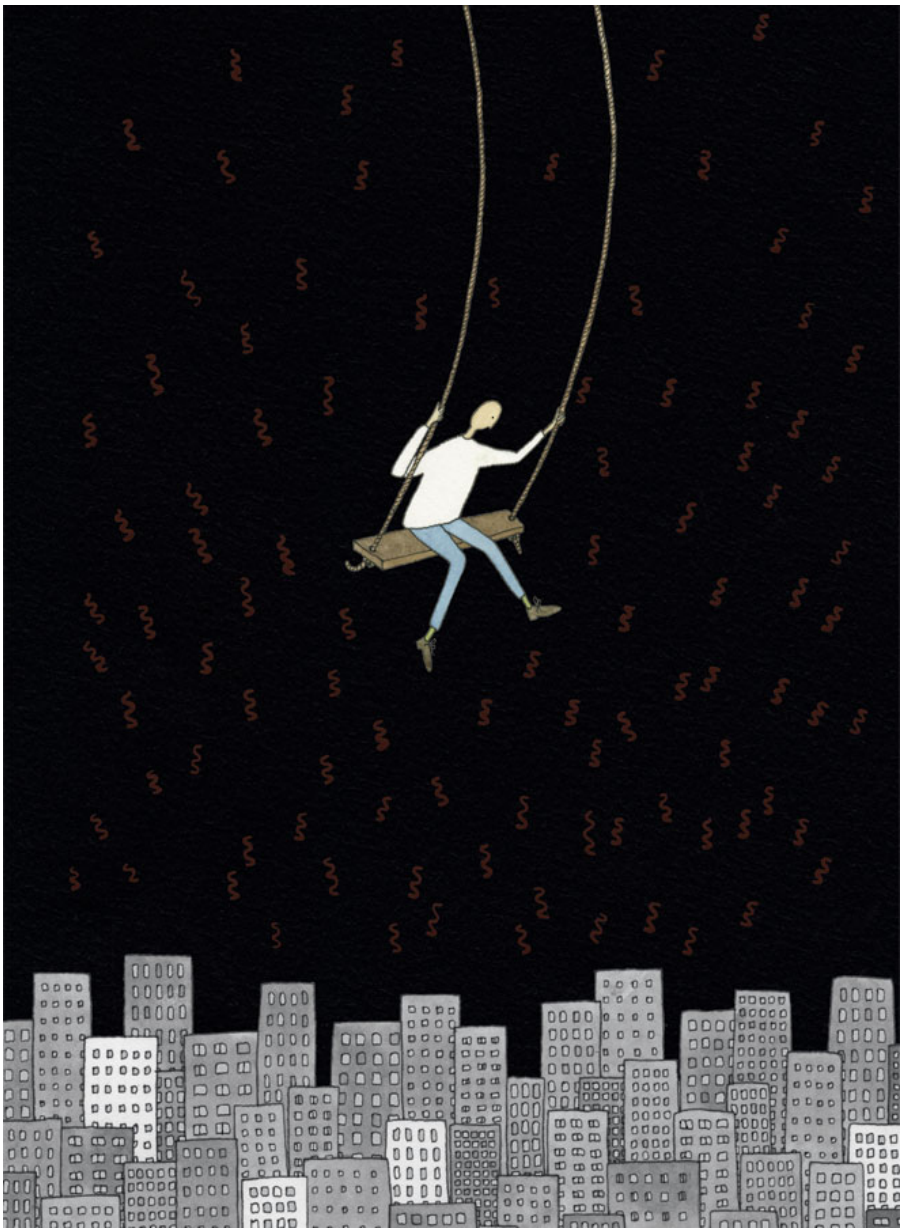
Все объекты могут и приобретать, и терять тепло. Рассуждая логически, когда предмет теряет больше тепла, чем получает, он будет охлаждаться: ваш организм, небесные тела, наша Земля. В течение дня Солнце нагревает планету, и хотя Земля все время излучает огромное количество тепла, эти отношения остаются в равновесии, иначе мы получали бы больше тепла, чем теряли, и нам всем стало бы жарковато. Но после наступления темноты, когда солнце скрывается с глаз долой, Земля продолжает излучать тепло и остывать. Температура ее поверхности падает, как и температура окружающего воздуха, что побуждает вас прижаться поближе к человеку, рядом с которым вы идете, когда включаются уличные фонари.

И вот наступает рассвет. Нас не удивляет, что он снова приходит, этот туманный розоватый свет, наводящий на философские размышления о мизерности человека. Первые лучи солнечного света, которые касаются поверхности планеты и людей, слабы — им не хватает сил восполнить тепло, которое все еще отдает Земля, и поэтому температура воздуха продолжает падать. В зависимости от вашего местоположения, облачного покрова, влажности и множества других факторов этот период продолжения охлаждения может варьироваться. Он занимает считаные минуты в тропическом лесу, а на полюсах охлаждение может длиться несколько дней.



Подождите чуть дольше, и солнце постепенно вступит в свои права и ослепит нас. Система достигнет теплового равновесия, затем почва начнет прогреваться, окружающие растения вытянут свои пальчики, и ваши руки тоже согреются.

Мы сами излучаем радиацию



Все объекты, включая вас и меня, излучают радиацию, и, хотя многих людей эти слова испугают, вопрос состоит только в том, сколько и какого типа. Излучение — это на самом деле всего лишь энергия в форме волн или частиц, проходящих через пространство или материалы.

Какая-то доля путаницы и беспокойства, вероятно, связана с тем фактом, что слово «излучение» используется как для электромагнитного, так и для ядерного излучения, каждое из которых может быть естественным или искусственным. Большинство видов электромагнитной энергии в основном безвредно.

Вы сталкиваетесь с 15 тысячами частиц излучения в секунду, что составляет 500 миллиардов в год, но почти все эти частицы происходят из природных источников. Вполне вероятно, что вы постоянно потребляете небольшое количество радиации. Например, калий-40 — природный изотоп калия — является крупнейшим источником радиоактивности у животных, включая человека. Бананы и бразильские орехи — два распространенных объекта, содержащих сравнительно высокий уровень калия-40. Но нужно съесть шестьсот бананов, чтобы получить количество радиации, равное воздействию одного рентгеновского снимка (при этом средний американец ежегодно получает эквивалент тридцати шести рентгеновских снимков из одних только природных источников).

Не стоит также беспокоиться о радиоволнах, которые окружают нас повсюду: одна свеча испускает больше излучения, чем ваш мобильный телефон, поэтому можете и дальше спокойно вести длительные междугородние телефонные переговоры.

По большей части излучение, испускаемое людьми, является инфракрасным. Этот тип теплового излучения, часть электромагнитного спектра, не приносит никакого вреда — по сути, это просто тепло. Логично предположить, что более теплые объекты испускают больше инфракрасного излучения, чем более холодные, в зависимости от температуры поверхности, площади и характеристик объекта. Чтобы успокоиться, можно вспомнить, что все сущее на Земле постоянно плещется в своего рода радиоактивной ванне — и это просто-напросто недоступно нашему восприятию.

Это был просто сон

Существуют десятки разных версий ответа на вопрос, почему мы спим, но нет общего консенсуса. И это удивительно, учитывая, что сон — пожалуй, самый важный поведенческий опыт, который характерен для всех нас: в среднем мы проводим треть жизни с закрытыми глазами.

Не вызывают разногласий два момента: это стадии сна, через циклы которых мы движемся ночью, и более-менее ясные представления о том, что происходит с телом и сознанием. Первая стадия — легкий сон — приходит и уходит и часто сопровождается внезапными непроизвольными мышечными сокращениями или движениями. В это время человека легко разбудить. На следующем этапе движения глаз прекращаются, мозговые волны начинают замедляться, хотя в мозге все еще наблюдаются небольшие всплески активности — «сонные веретена». На третьем этапе наблюдаются медленные мозговые волны — дельта-волны, а на четвертой стадии движения глаз и мышечная активность отсутствуют. Третья и четвертая стадии называются глубоким сном, и разбудить человека в этот период обычно очень трудно.

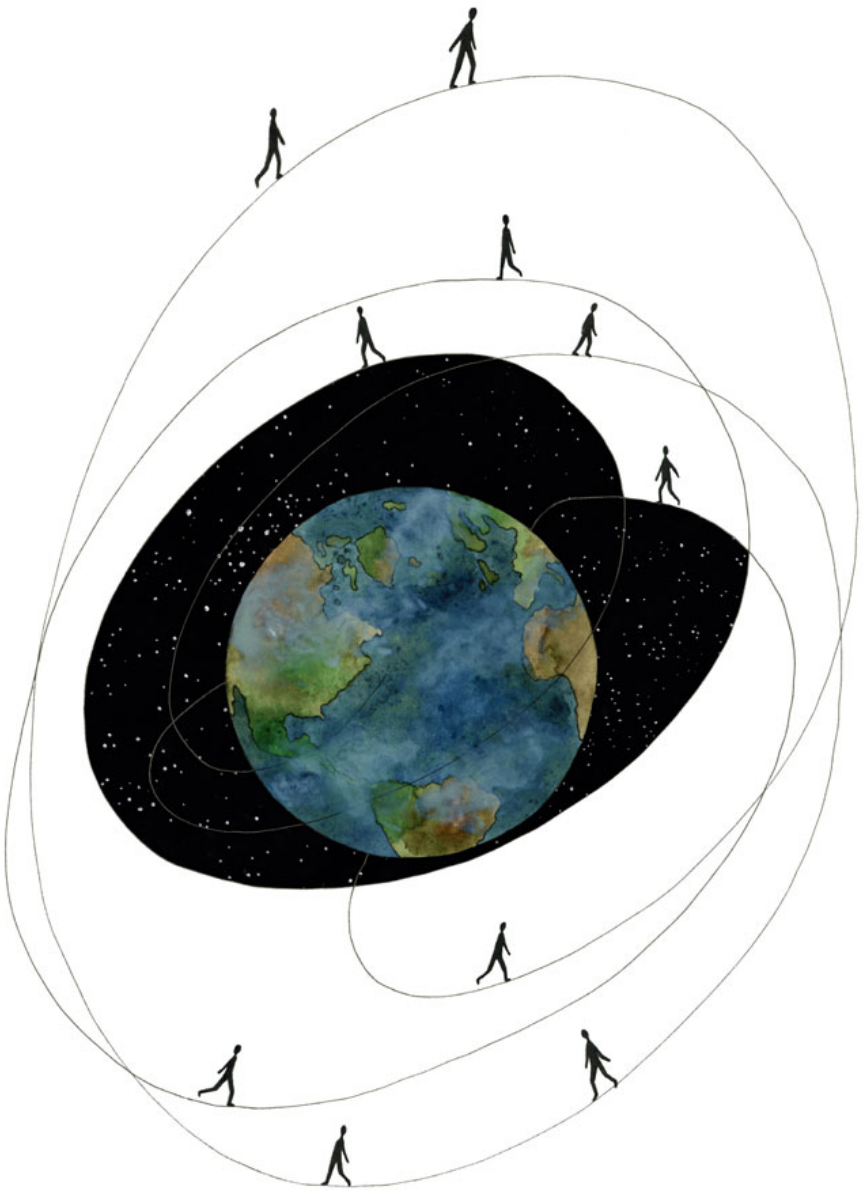
Затем мы вступаем в фазу, известную как быстрый сон, — фазу быстрых движений глаз. Наряду с движением глаз дыхание становится быстрым, поверхностным и нерегулярным, а мышцы конечностей оказываются временно парализованы. Мысль малоприятная, но это очень важная часть цикла, которая помогает нам восстановиться. Отличия в активности мозга между быстрой и небыстрой фазами сна такие же сильные, как и разница между сном и бодрствованием: яркие и сложные сны, которые мы помним после пробуждения, обычно снятся нам во время быстрого сна. Один полный цикл, включающий все эти этапы, длится от 90 до 110 минут, хотя с каждым циклом количество времени, проведенного в фазе быстрого сна, увеличивается.

В царстве животных существуют огромные различия в продолжительности сна: коалы спят по двадцать два часа в сутки, слоны закрывают глаза всего на пару часов, а мы — примерно на восемь. Для нас сон — это не только вопрос восполнения сил: за бессонную ночь мы тратим столько же энергии, сколько принес бы нам маленький кусочек сыра. Некоторые теории сна говорят о восстановлении повреждений и о своего рода «охлаждении» тела и разума. А другие, например теория обработки информации,

подчеркивают, что во сне происходят явные процессы обработки и консолидации воспоминаний, сортировки и фильтрации переживаний прошедшего дня.

Хотя сегодня это остается чем-то вроде биологической тайны, совершенно ясно, как сильно влияют на человека и нехватка, и избыток сна: ни слишком длинный сон, ни депривация пользы не принесут. В западном мире хроническое недосыпание стало широко распространенным и практически ожидаемым явлением, но оно имеет серьезные долгосрочные последствия для здоровья — как психического, так и физического. Качественный отдых таинственно необходим, его значение невозможно переоценить. Как сказал писатель Джим Батчер: «Сон — это бог. Поклоняйтесь ему».

Пять раз пройти вокруг Земли



Умеренно активный человек за 80 лет жизни суммарно пройдет вдоль окружности Земли пять раз. Длина экватора нашей планеты составляет около 40 тысяч километров, поэтому дистанция, которую за свою жизнь преодолеет этот человек, превысит 200 тысяч километров. Такие факты то увеличивают, то

сокращают расстояния на планете, на освоение которой у людей ушло более 85 тысяч лет.

Мы тысячи лет знали, что Земля круглая, причем греки поняли это задолго до первого кругосветного путешествия, но именно Исаак Ньютон первым предположил, что наша планета не идеально круглая. Ее форма — сплюснутый сфероид, то есть сфера с небольшим сжатием либо сплющиванием на полюсах. В случае Земли причиной стала скорость вращения, которая составляет примерно 1674 километра в час — от этого у любого закружится голова.

По правде говоря, Земля и не идеальный сплющенный сфероид, потому что ее масса распределена неравномерно: в более концентрированных областях массы, таких как самые тяжелые горные цепи, гравитационное притяжение сильнее. Эти аномалии незначительно изменяются в течение долгих периодов времени из-за появления и исчезновения гор и долин, жесткого падения случайных метеоритов на поверхность, притяжения Луны и Солнца, колебания массы океанов и атмосферы. Вся поверхность Земли фактически пытается сгладить это нерегулярное распределение, стабилизировать процесс — это называется «блужданием истинных полюсов».

Сегодня, чтобы тщательно отслеживать форму Земли, ученые пользуются тысячами приемников GPS на ее поверхности, которые позволяют обнаружить незначительные изменения высоты и положения. Они также запускают на спутниках лазеры видимого диапазона и изучают внегалактические радиоволны с помощью радиотелескопов. Это звучит очень увлекательно, и, похоже, это меньшее, что мы могли бы сделать, — приглядывать за объектами.

2 600 000 000 ударов сердца

Иногда кажется странным, что у нас только одно сердце и нет выбора, кроме как полностью полагаться на него всю жизнь: по большей части оно сохраняет ритм и успевает вовремя, несмотря на все наши ошибки и неудачи в любви. В среднем сердце совершает 4800 ударов в час, то есть 40 миллионов в год или 2,6 миллиарда в среднем за жизнь. Непостижимо, но факт: сердце самого маленького млекопитающего — этрусской землеройки — бьется в двадцать раз быстрее, чем сердце человека, совершая почти 100 тысяч ударов в час.

Сердце — полая мышца, расположенная немного левее центра груди, размером примерно со сжатый кулак: 12 сантиметров в длину, 9 сантиметров в ширину и 7 сантиметров спереди назад. Оно представляет собой сложную систему предсердий и желудочков, а также одно и то же решение, которое повторяется снова и снова: потенциал для всего сущего.

Естественный кардиостимулятор сердца расположен в одной из камер — в правом предсердии — и называется синоатриальным узлом. Отсюда происходят электрические импульсы, которые задают работу сердца, хотя другие нервы могут менять частоту или силу, с которой оно сокращается. Если бы кровеносные сосуды, несущие питательные вещества в человеческом теле, можно было вытянуть в одну нить, то они дважды опоясали бы Землю; кровь совершает по ним путь от сердца и обратно всего за одну минуту. Звук сердцебиения, который мы иногда замечаем, но редко ценим, состоит из двух частей: первая часть — звук закрытия трикуспидального и митрального клапанов, вторая часть — закрытие аортального и легочного клапанов. Эти звуки известны как S1 и S2.

Скорее всего, вы уже знаете, что сердце может разбиться. Глубокая эмоциональная боль и стресс вызывают выброс гормона кортизола, который способен нанести повреждения сердцу. При этом данные визуализации мозга показывают, что в нем активируются одни и те же неврологические пути, когда вам разбивают сердце и когда вы беретесь голыми руками за слишком горячую чашку.

Осторожнее, пожалуйста.

Ничего не касаясь

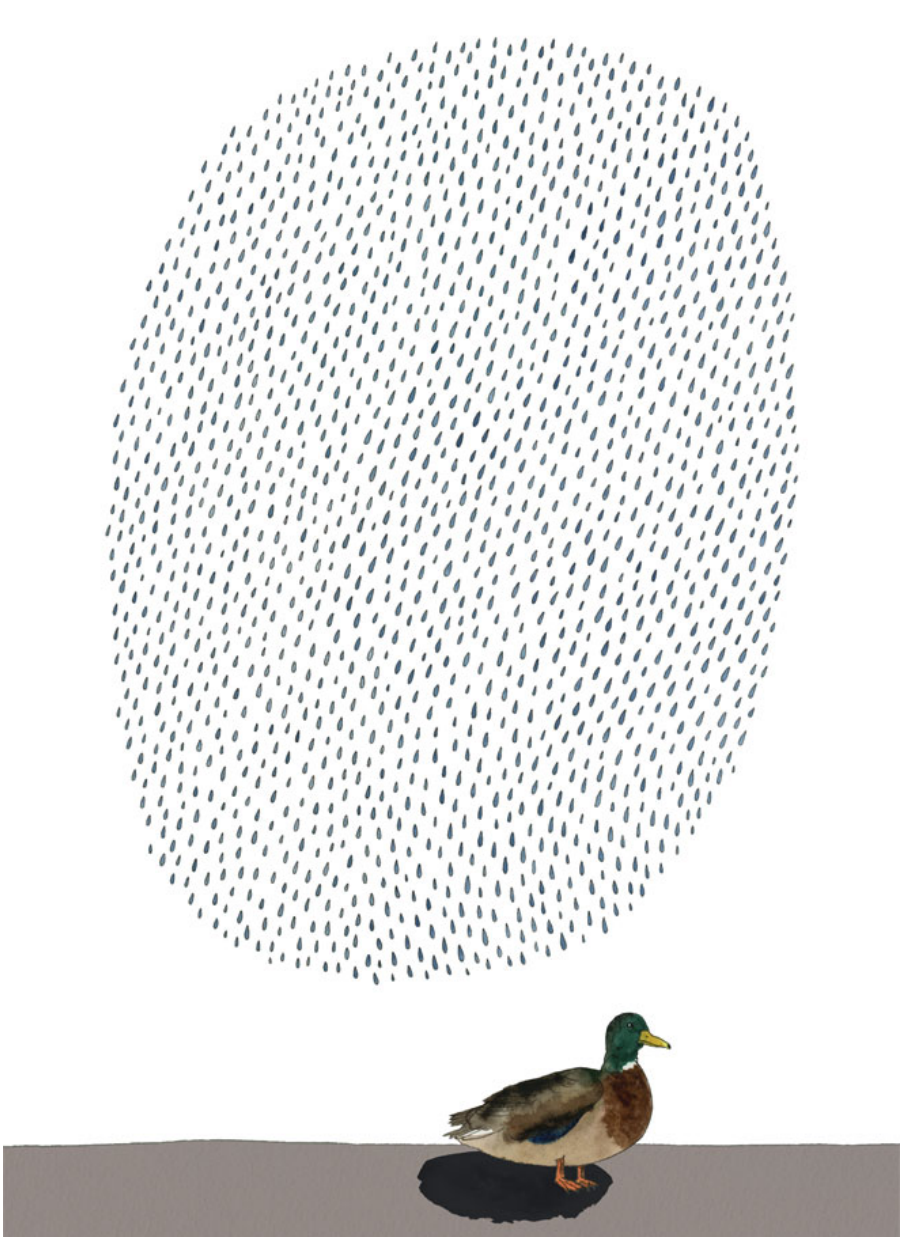
Люди — это просто ходячие формы энергии, пиры атомов и их электронных облаков (см. «Танец в пустоте»). Именно из-за танцующих электронов объекты кажутся твердыми и осязаемыми. Электронные облака в вас и во всем остальном взаимодействуют — а именно отказываются иметь дело друг с другом.

Все электроны не могут находиться в одном и том же энергетическом состоянии: сложное сочетание квантовой механики и электромагнитной силы держит электроны вместе, но на расстоянии друг от друга. Это означает, что на атомном уровне вы никогда ничего не касаетесь. Неразличимые действия в невероятно мелком масштабе оставляют крошечный, соразмерный атомам промежуток между объектами: вашими руками и книгой, каждой из страниц книги, вашими ногами и полом. Вы просто держитесь за вводящую в заблуждение коллекцию материи. То же самое происходит, когда вы что-то режете: нож или ножницы фактически не соприкасаются с материалом, а просто отталкивают атомы с пути.

Электромагнитная сила, удерживающая электроны вместе, примерно в 10^{36} раз сильнее, чем гравитационное поле Земли (то есть в 1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 раз больше). Внутри атома электроны держатся сами по себе и полны решимости никогда не соприкасаться друг с другом, хоть им на самом деле не все равно: даже не глядя, они знают, где находятся все остальные электроны, но напускают на себя безразличный вид и остаются в стороне.

Все, что мы чувствуем, держась за руки, — наши электронные облака и электромагнитное поле. Осязание — это лишь антипатия объектов, намного меньших и гораздо более важных, чем мы с вами.

Почему я всегда попадаю под дождь



Количество осадков в различных местах на планете сильно варьируется, так что мы всегда можем поговорить о погоде. Наибольшее среднее количество осадков выпадает в индийской деревне Маусинрам в холмах Кхаси. Самое сухое (и темное) место на Земле — это хребет в Антарктике: воздух там в сто раз суше,

чем в Сахаре.

Когда Солнце нагревает воду на поверхности Земли, она испаряется, поднимается в воздух и превращается в капли водяного пара. Достигая определенной высоты, пар охлаждается и конденсируется вокруг частиц в воздухе, превращаясь в облака (подробнее об этом в разделе «Облака разобьют ваше сердце»). Теплый воздух может содержать больше водяного пара, чем более холодный, но когда воздух любой температуры не может удерживать больше влаги, то он насыщается и теоретически обладает относительной влажностью 100%. Термин «влажность» относится к количеству водяного пара, присутствующего в воздухе.

Дождь может добраться до вас двумя способами: в процессе столкновения и слияния и в процессе Бержерона. В первом случае дождь образуется в облаках, которые находятся значительно ниже холодных верхних слоев атмосферы. Более крупные капли этих теплых облаков сталкиваются со своими маленькими соседями и сливаются с ними. Спустя примерно миллион капель это объединение становится достаточно тяжелым, чтобы выпасть на землю в виде дождя, не испарившись на пути вниз.

В верхних, гораздо более холодных слоях атмосферы дождь образуется иначе. Процесс Бержерона лежит в основе большинства осадков, с которыми мы сталкиваемся. В воздухе чистая вода не замерзает до тех пор, пока температура не достигнет –40°C, и поэтому «переохлажденные» капли воды окружают кристаллы льда, которые увеличиваются в размерах до тех пор, пока не образуется снежный кристалл. Набрав достаточно тяжести, такая капля падает, увеличиваясь в размерах по дороге. Если температура на всем пути ниже нуля, то капля выпадет в виде снега, но на пути вниз нередко встречается теплый воздух, и тогда капля тает и выпадет в виде дождя.

Вот самые известные и удивительные источники дождя: высокослоистые облака (легкие осадки), слоистые облака (морось), слоисто-дождевые (главный источник дождя) и кучево-дождевые облака (виновники сильных ливней и гроз).

Независимо от того, помните ли вы их имена и является ли облако еле видимым перышком или страшным серым гигантом, дождь, который они направляют в нашу сторону, приносит с собой некоторые очень специфические ароматы.

За минуты до бури некоторые люди способны почуять озон — форму кислорода, названную от греческого слова ozein («ощущать запах»). Он образуется, когда молния разрывает молекулы кислорода. Большинство из нас замечают этот чистый, чуть похожий на хлор запах только после дождя, особенно после

сильной грозы. И хотя мы легко отличаем озон, человеческий нос гораздо более чувствителен к запаху геосмина — побочного продукта метаболизма бактерий в почве. Этот землистый, влажный запах заставляет человека ощутить себя таким чистым, как будто его протащили сквозь облако. Именно геосмин и масла, выделяемые некоторыми растениями после дождя, создают запах, который люди чаще всего ассоциируют с влажной погодой. В 1964 году два австралийских исследователя — Изабель Джой Беар и Ричард Томас — придумали термин «петрикор», пытаясь определить источник запаха дождя. «Петрикор» составлен из греческих слов petra («камень») и ichor (кровь богов в греческой мифологии). Это приятный запах, который возникает после дождя в период засухи или просто когда дождь падает на сухую почву.

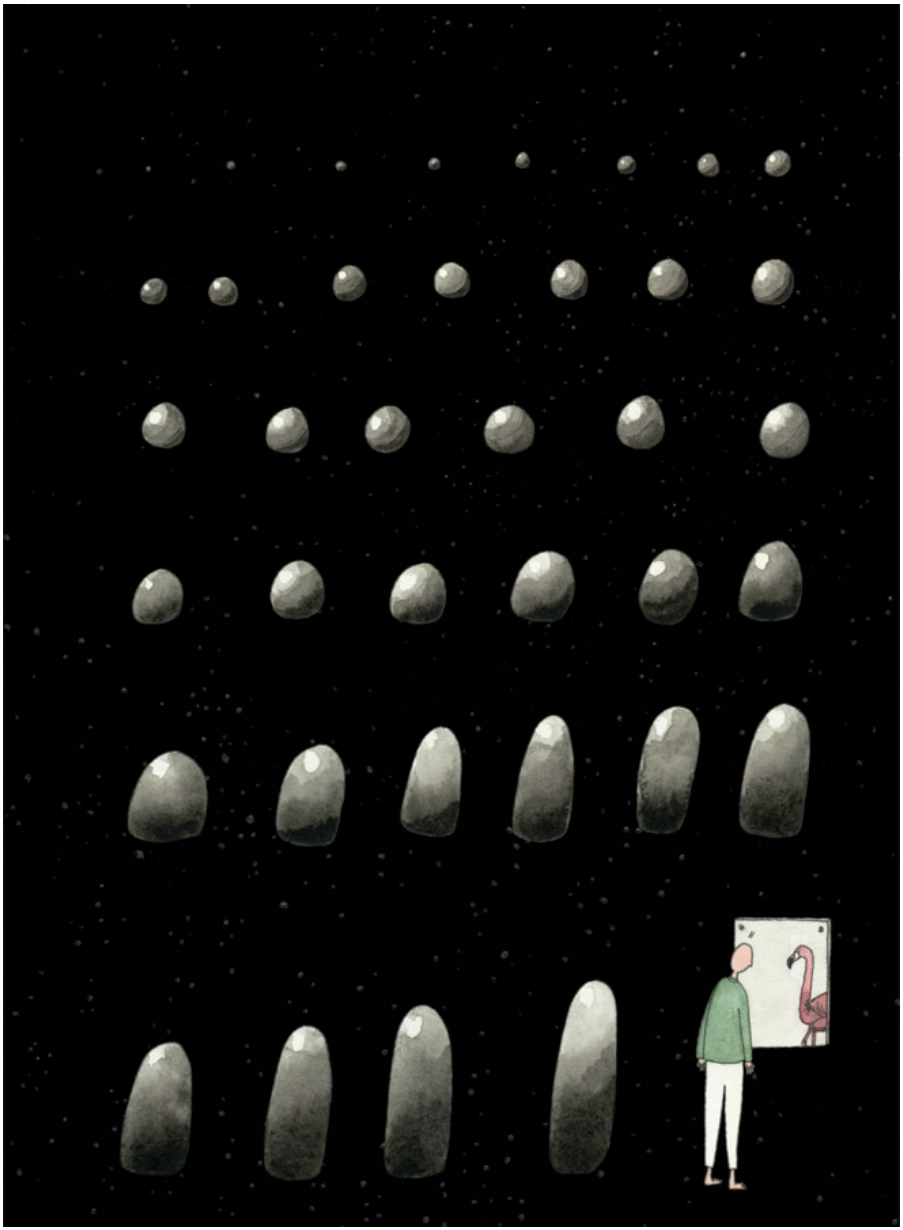
Эволюция

Теория эволюции — одно из важнейших достижений современного биологического мышления. Этот термин обозначает связанность всех живых организмов, постепенные изменения видов и их диверсификацию в течение миллионов лет. Это процесс, в результате которого мы стали теми, кого видим в зеркале.

Опираясь на понятие естественного отбора, Чарльз Дарвин изложил теорию эволюции в середине XIX века в книге «Происхождение видов», содержание которой стало основой эволюционной биологии. Дарвин представил идею, что популяции медленно эволюционируют в течение поколений, и хотя ученые в целом приняли его теорию, лишь в 1930–1940-х годах его концепция адаптации стала центральной в современной теории. На сегодня это одна из наиболее объединяющих концепций в областях науки, изучающих жизнь.

Эволюция заметна, когда различия внутри вида приводят к тому, что организмы со временем лучше приспосабливаются к окружающей среде: они становятся менее подвержены болезням, повышается вероятность выживания. Эти характеристики с большей вероятностью передаются потомству, что приводит к значительным изменениям, которые происходят постепенно и незаметно, если только не оглянуться на миллионы лет назад.

Ученые подсчитали, что на планете может существовать около триллиона различных видов, и, возможно, людьми описана и изучена всего лишь одна тысячная процента. Но у всей жизни на Земле, если отойти достаточно далеко назад, был общий предок, известный как «последний универсальный общий предок» (LUCA — last universal common ancestor). Этот предок, каким бы он ни был, мог жить около 4 миллиардов лет назад.

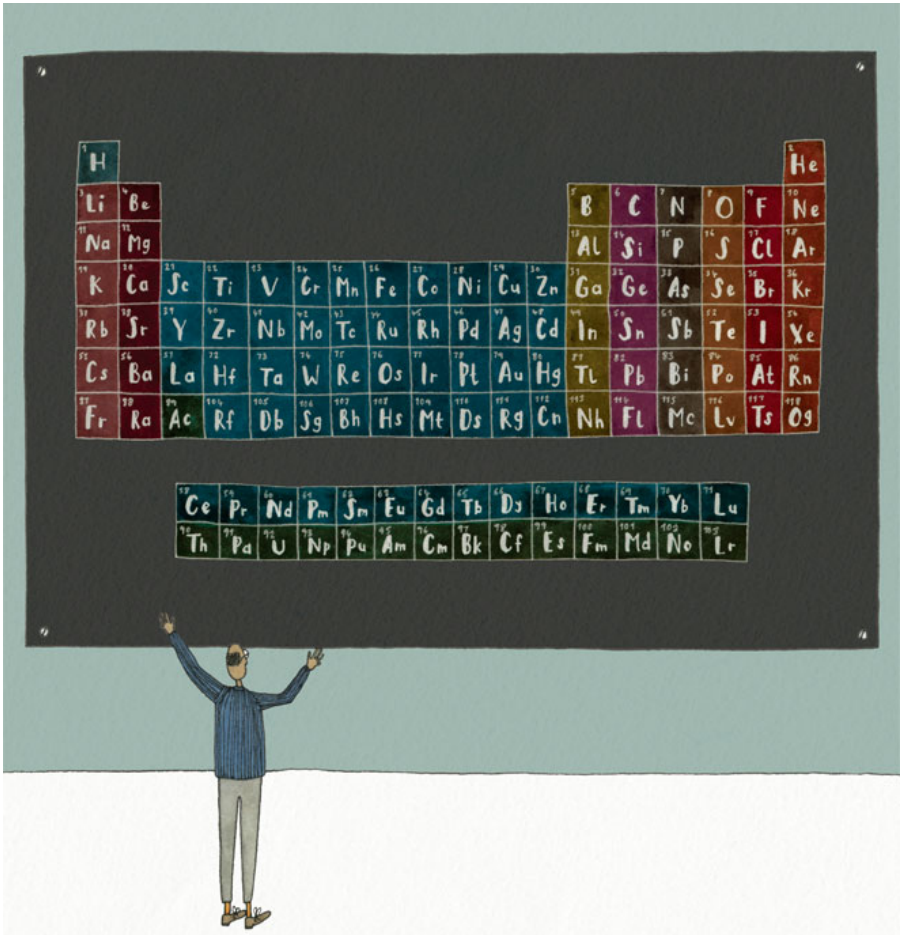


Что касается людей, мы были не одиноки до недавних пор: существовал по крайней мере десяток других видов ранних людей, некоторые одновременно с другими, некоторые даже в то же время, что и вид *Homo sapiens* (вы и я). Остались лишь мы, и наше генетическое разнообразие удивительно мало по сравнению с другими приматами — это разнообразие измеряется при помощи «эффективной величины популяции», то есть количества особей, необходимых для воспроизведения разнообразия всего

вида. Понадобится всего 15 тысяч человек, чтобы воссоздать генетическое разнообразие всего человечества — целых 7 миллиардов. Для сравнения, у некоторых видов мышей эффективная величина популяции более полумиллиона.

Независимо от того, знаете вы об эволюции немного или прекрасно разбираетесь в тонкостях этого процесса, приятно и полезно вспомнить, насколько древними являются все родственные линии: мы все всего лишь ноги и чешуя, позвоночник и его отсутствие, дыхание на вершине горы, но не под водой, одни лишь крылья и оставшиеся зубы мудрости.

Периодически



Периодическая система, пожалуй, самый важный справочник в химии. Это тщательно организованная таблица всех элементов, найденных во Вселенной. Известных элементов в настоящее время 118, из них около 90 встречаются в природе, а остальные созданы искусственно или получены синтетическим методом (человеком созданы элементы с атомным номером выше 92). Все они размещены в таблице в порядке возрастания атомных номеров, которые обозначают число протонов в ядре. Водород — первый элемент, поскольку в его ядре содержится один протон, а элемент с наибольшим числом протонов в настоящее время — оганесон.

Составленная из строк-периодов и столбцов-групп, периодическая таблица включает в себя семь периодов и

восемнадцать групп, причем элементы в одной группе имеют схожие свойства или характеристики. Этот повторяющийся паттерн в отношении их свойств называется «периодическим законом», а свойства пока не открытых элементов можно предсказать с помощью таблицы. Названия последних четырех элементов в таблице были утверждены в конце 2016 года. По традиции, открытый элемент называют в честь мифологического персонажа, минерала, места, свойства элемента, иногда ученого. Оганесон — один из этих четырех элементов, и его назвали в честь профессора Юрия Оганесяна, одного из ведущих исследователей сверхтяжелых элементов. Остальные три элемента — нихоний (от слова nihon — одного из названий Японии на японском языке), а также московий и теннессин (в честь сотрудничества с учеными в Москве и Теннесси).

Считается, что периодическую таблицу в 1869 году создал русский химик Дмитрий Менделеев. Ранее существовали и другие версии, но его вариант стал первым, одобренным учеными, и до сих пор таблицу иногда называют таблицей Менделеева. В его оригинальной таблице было только шестьдесят три элемента, но он корректно предсказал существование и свойства многих других. Таблица удивительным образом упорядочена: она помогает химикам понять и спрогнозировать, как тот или иной элемент будет взаимодействовать с другими элементами, в какие типы химических реакций он сможет вступать.

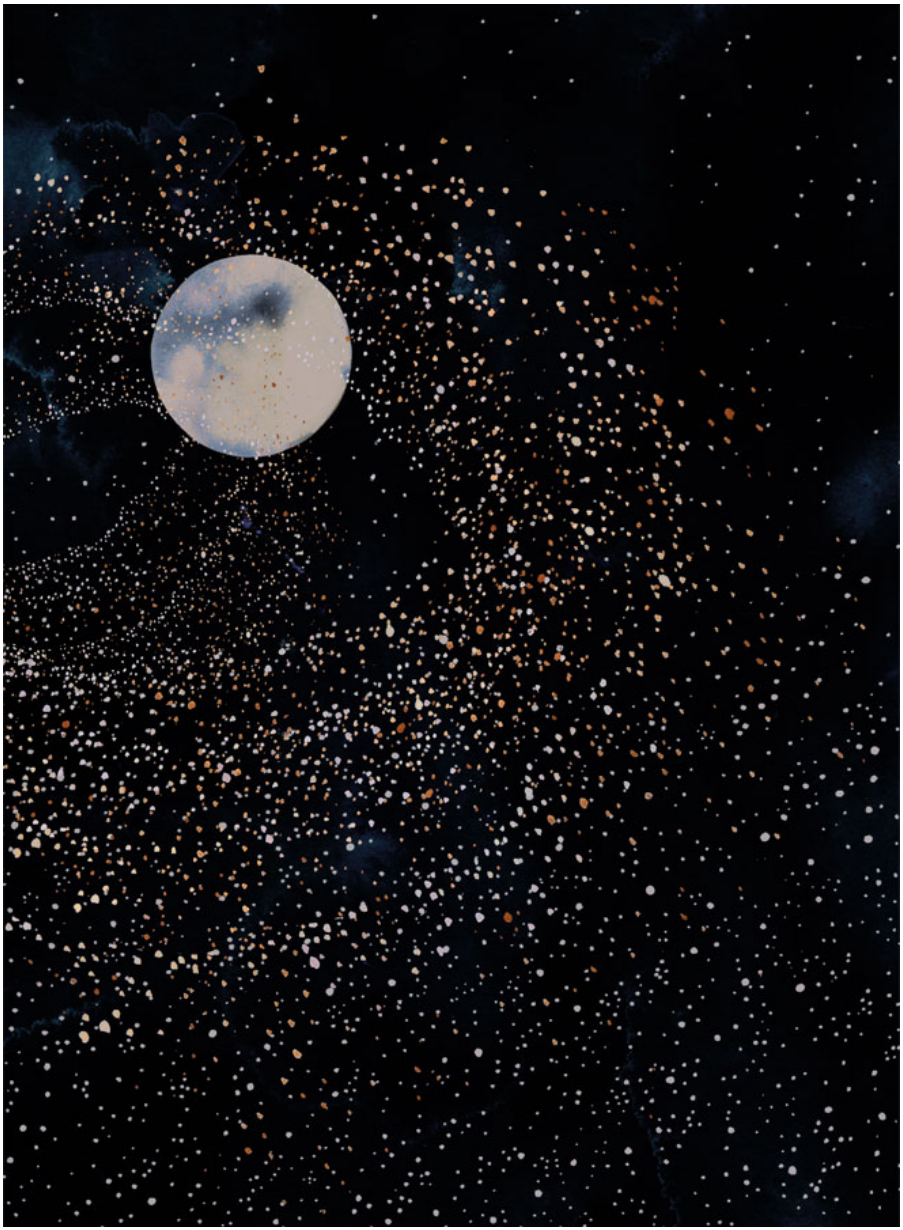
Это наше элементарное существование в целом, методично и тщательно изложенное в виде букв и крошечных чисел — чисел невидимых объектов.

Запах мертвых звезд

Несколько лет назад астрономы открыли одну из самых старых звезд в известной Вселенной. Судя по ее возрасту, она сформировалась примерно в период Большого взрыва — около 13,8 миллиарда лет назад — и находится всего в 6000 световых лет от нас. Эта звезда по имени SMSS J031300.36-670839.3 (сокращенно SM0313) расположена в созвездии Южной Гидры. Ее можно увидеть с помощью большого телескопа. SM0313 сформировалась из остатков некоей первичной звезды, которая была как минимум в шестьдесят раз больше нашего Солнца.

До открытия этой звезды ученые полагали, что первичные звезды (самые непостижимо древние из всех звезд) всегда образовывались в результате крупных взрывов сверхновых, которые выбрасывают, среди прочего, огромное количество железа. При ближайшем рассмотрении SM0313 не содержит много железа: почти целиком она состоит из водорода и гелия. Это свидетельствует, что взрыв первичной звезды, которая ее создала, был взрывом гораздо меньшей энергии. Считается, что SM0313 — одна из первых звезд, образовавшихся после первоначальных взрывов сверхновой во Вселенной. Звезды такого типа называются населением II типа. Именно такие открытия позволяют астрономам понимать параметры звезд и наносить на карту их космические отпечатки.

Смерть звезд, как правило, длится миллионы лет, и они умирают, потому что у них заканчивается ядерное топливо. Крупные звезды умирают гораздо более драматично, чем маленькие, а самые крошечные звезды («красные карлики») сжигают свое ядерное топливо так медленно, что могут жить до 100 миллиардов лет — намного дольше, чем текущий возраст Вселенной.

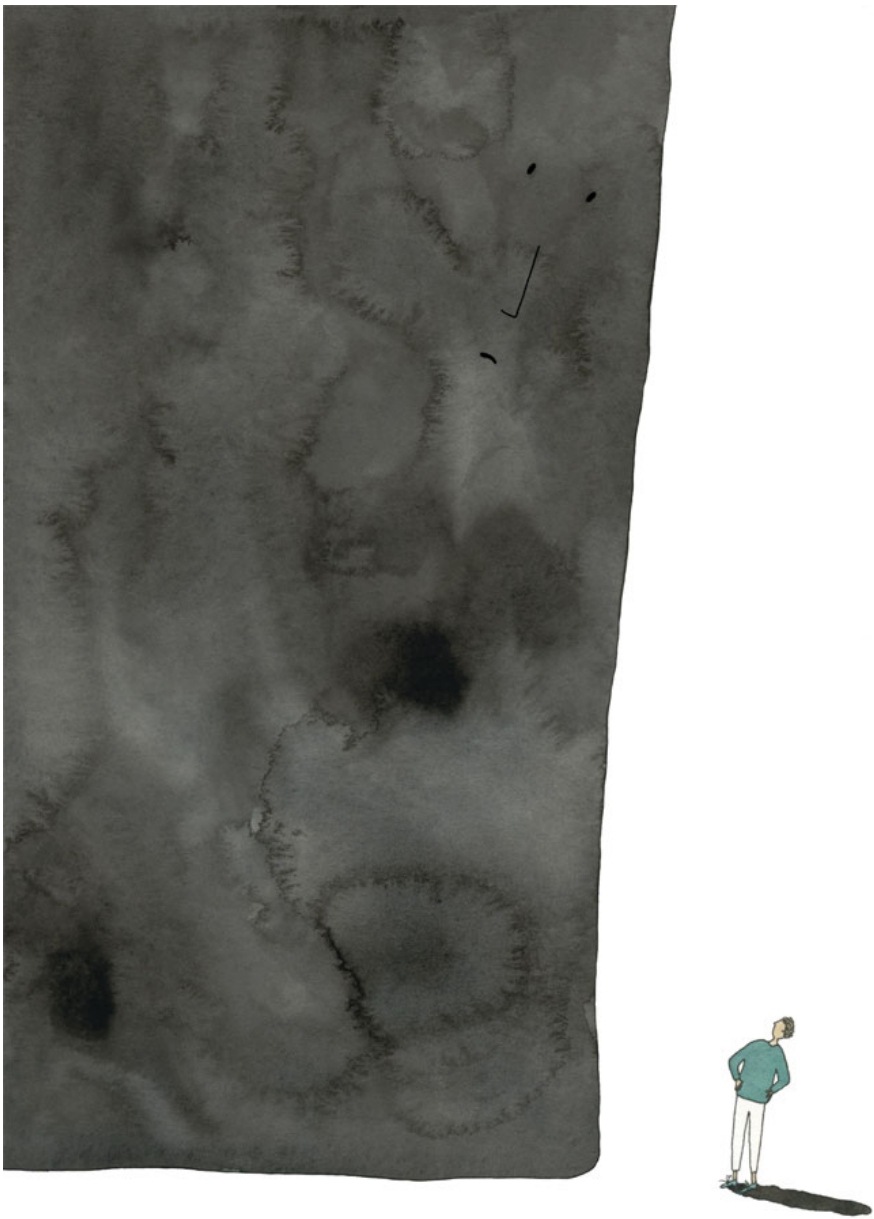


Самые большие звезды, лишившись топлива, разрушаются. Их внешние слои взрываются как сверхновая, и тогда все, что остается после взрыва, превращается в коллапсирующее ядро, которое затем называют нейтронной звездой. Если массы достаточно, образуется черная дыра. Звезды среднего размера увеличиваются и превращаются в красных гигантов, прежде чем утратить свои внешние слои, которые часто образуют планетарные туманности. Ядра этих звезд будут охлаждаться в

течение миллиардов лет, становясь белыми карликами.

Все это сгорание и впечатляющий конец приводят к тому, что соединения — полициклические ароматические углеводороды — рассеиваются по всем уголкам Вселенной. Именно благодаря им бо́льшая часть космоса пахнет как блюда причудливого пира — смесью раскаленных металлов, дизельных испарений и странного сладковатого запаха горелого.

Eigengrau



Термин Eigengrau происходит от немецких слов eigen («собственный») и grau («серый»). Примерно в 1860 году его ввел немецкий психолог Густав Фехнер для описания неорганизованных движений серого, которые наши глаза видят в полной темноте, — того не совсем черного фона, который

наблюдается в отсутствие света. Цвет Eigengrau кажется немного светлее черного, потому что для наших глаз очень важен контраст: ночное небо выглядит черным только тогда, когда звезды создают контраст.

Хотя этот термин считается устаревшим и редко встречается в научных работах, это прекрасный пример фосфена — движущихся форм и странных визуальных ощущений, которые наши глаза видят в темноте или когда мы их закрываем. Считается, что эти формы возникают из-за электрических зарядов, создаваемых сетчаткой глаза, когда она находится в «состоянии покоя», то есть не поглощает или не обрабатывает много света или информации, что происходит, когда наши глаза открыты и включен свет. Фосфены входят в группу «энтоптических явлений» — визуальных эффектов, создаваемых самим глазом.

Однако большинство оптических явлений, которые мы наблюдаем, — это результат взаимодействия света и вещества. Например, это беседа Солнца или Луны и атмосферы — пыли, воды, облаков, частиц чего-либо. Эти оптические явления составляют непостижимый список красот, в который входят такие явления, как иризация облаков (когда цвета облаков напоминают переливы нефти в воде), паргелий («ложные солнца» — яркие светлые пятна, которые могут появляться по обе стороны от солнца), «свечение Альп» (красноватое горизонтальное свечение, видимое на горизонте напротив низкого солнца, особенно в горах), а также противосияние (солнечный свет, рассеянный межпланетной пылью).

Хотя многие из этих явлений можно увидеть невооруженным глазом, некоторые требуют точного научного измерения и наблюдения. Один из известных примеров — преломление света звезды рядом с Солнцем во время солнечного затмения, что демонстрирует искривление самого пространства.

Пожалуйста, соедините со Вселенной

Справедливо отметить, что большинство людей считают, будто в космическом пространстве царит тишина — необъятное, бесконечное звездное немое кино, бесшумная дискотека. Это кажется разумным, особенно если учесть, что космическое пространство — это вакуум (что-то почти полностью лишенное материи, происходит от латинского vacuus — «пустой»). Но на самом деле Вселенная — тот еще переполох, шум и гам, космическое столпотворение. В 1964 году астрономы Арно Пензиас и Роберт Уилсон использовали антенну для наблюдения за спутниками и заметили: что бы они ни делали, они постоянно слышали раздражающий фоновый шум. Оказалось, что они случайно настроились на шипение космического излучения — микроволновый фон, оставшийся от Большого взрыва, самый старый из всех существующих звуков. С тех пор мы знаем ни на что не похожие песни Вселенной.

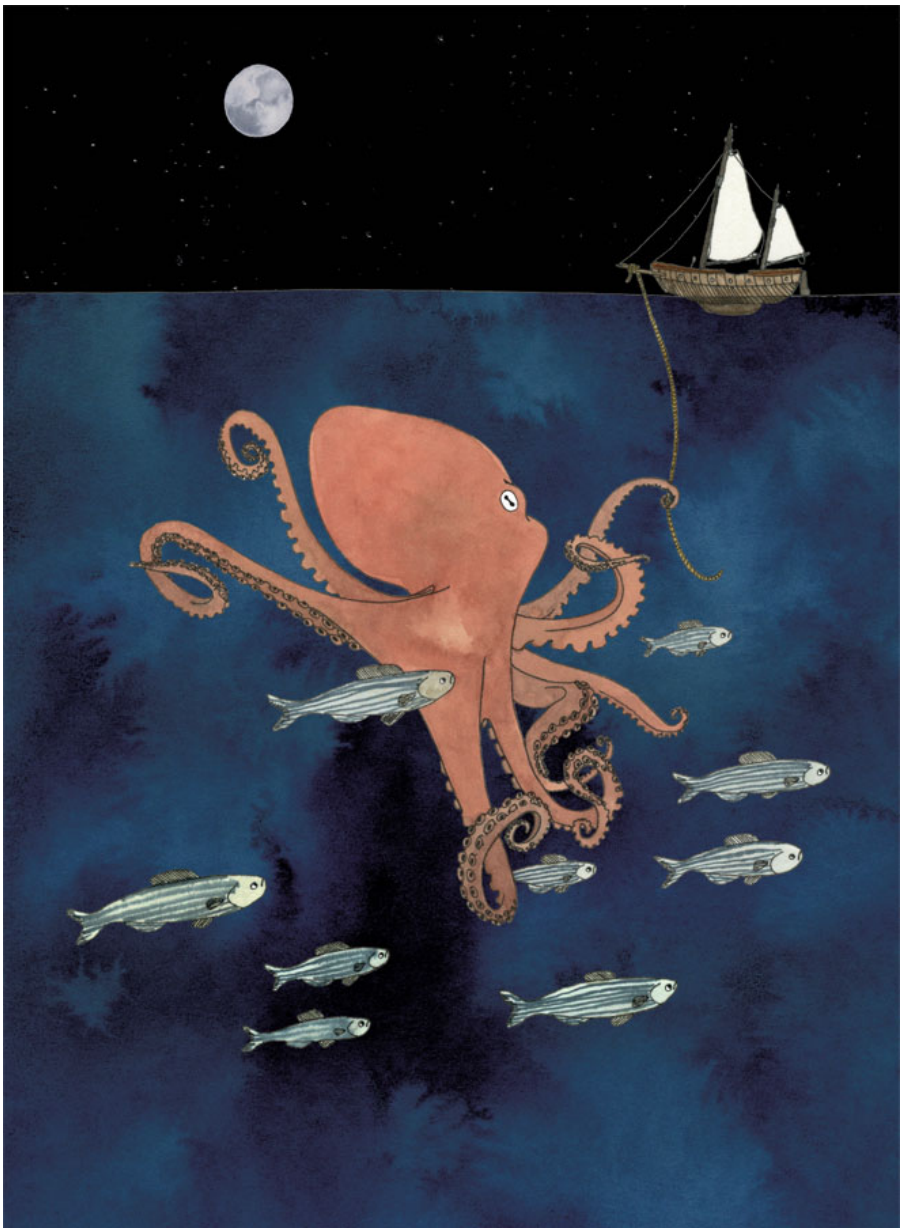
Небесные тела излучают как световые, так и радиоволны, поэтому мы можем их слышать и видеть. Радиоастрономы улавливают эти электромагнитные колебания, используя чувствительные антенны и приемники, прежде чем превратить их в звуковые волны. Так они слушают музыку других миров: солнечные протуберанцы и короткие вспышки энергии радиоизлучения (для нас это звучит как волны, бьющиеся о берег в грозу); жуткие шторма, бушующие на поверхности Юпитера; устойчивый, похожий на метроном стук пульсаров (высококонденсированных нейтронных звезд, содержащих огромное количество энергии, которая заставляет их неистово вращаться со скоростью от 1 до 716 оборотов в секунду); даже ледяные кольца Сатурна — это на самом деле звук пустоты.

Вселенная не только шумит — у нее в некотором смысле есть и цвет. Если взять все видимое излучение, испускаемое участком космоса, можно определить, как этот свет в совокупности будет восприниматься человеческим глазом. Именно это выявили астрономы Иван Балдри и Карл Глазебрук как незапланированный, но интересный побочный эффект исследования красного смещения (с 1998 по 2003 год). В течение пяти лет они смотрели на свет более чем 200 тысяч галактик и

пришли к выводу, что если смешать цвет всех звезд неба, то Вселенная окажется скучного бледно-бежевого цвета, который впоследствии назвали «космическим латте» (другими вариантами были «унивеж», «скайвори» и «астрономический миндаль» — по сравнению с ними «космический латте» кажется весьма неплохим).

Однако Вселенная не всегда останется такой, поскольку цвет меняется с течением времени: горячие молодые звезды излучают чудесный синий свет, а старые, более холодные звезды всё активнее излучают красный. Миллиарды лет назад, когда ничего не удалось бы особенно разглядеть из-за зарева яростных молодых звезд, Вселенная была васильково-голубой, но в грядущие миллиарды лет ее цвет продолжит меняться и становиться все более бежевым.

Несколько сердец



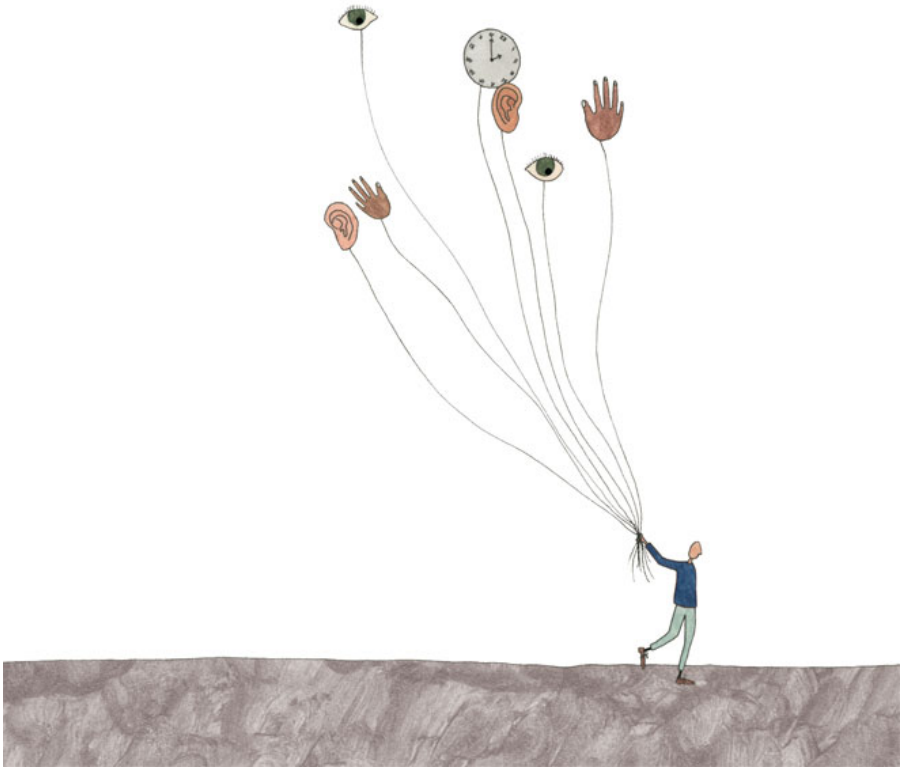
Иметь сердце — это не всегда романтично, как могут предположить некоторые. Кстати, у многих животных вовсе нет ни его, ни системы кровообращения. А есть и такие, для которых одного сердца мало. У головоногих моллюсков, таких как осьминоги, кальмары и каракатицы, имеется по три сердца:

главное системное сердце и два жаберных сердца, которые доставляют кровь к жабрам с обеих сторон тела. А в состав их крови входит медь, то есть они буквально голубых кровей. Ходят слухи, что у дождевых червей пять сердец, но это вопрос терминологии: у них либо пять сердец, либо ни одного — так как это пять псевдосердец, окружающих пищевод.

На этом странности сердца не заканчиваются. Рыба зебровидная перцина способна заново вырастить свое сердце: даже если повреждено целых 20%, ее сердце полностью восстановится за пару месяцев. Ей невдомек, что такое разбитое сердце. На севере древесная лягушка *Rana sylvatica* выживает при экстремально низкой температуре, потому что ее метаболизм замедляется до точки, где бо́льшая часть воды в организме тоже замерзает. Ее сердце перестает биться — и находится в таком состоянии дни и недели подряд. Многие животные во время зимней спячки довольно сильно замедляют собственное сердцебиение, но у этой лягушки сердце останавливается и перезапускается без ущерба.

У некоторых людей тоже больше одного сердца: при заболевании сердца (кардиомиопатии) врачи могут прикрепить новое, здоровое сердце к больному органу, образуя «совмещенное сердце»: новый орган возьмет на себя бо́льшую часть рабочей нагрузки.

У нас больше пяти чувств



В IV веке греческий философ Аристотель решил, что мы обладаем пятью чувствами. Эта мысль оказалась настолько устойчивой, что многие до сих пор считают наши пять чувств единственными. Похоже, в последующие столетия философы упускали из виду фундаментальные аспекты человеческого опыта, поскольку сегодня ученые и неврологи полагают, что у нас намного больше пяти чувств (хотя их классификация является предметом вежливых дебатов и пока нет общего мнения, какие чувства стоит отметить отдельно от традиционной пятерки, а какие — нет). По разным подсчетам, у нас от двадцати двух до тридцати трех чувств, и они гармонично работают вместе — неудивительно, что мы смешали их.

Помимо традиционных пяти чувств (зрение, слух, обоняние, вкус и осязание) еще несколько обретают всё большую известность. Например, крайне важным является чувство равновесия, а также связанная с ним проприоцепция, позволяющая даже с закрытыми глазами знать, где находятся все

ваши конечности. Без проприоцепции нам всегда приходилось бы смотреть на свои ступни, чтобы понимать, где они находятся, когда поднимаются и снова опускаются. Существует и термоцепция, которая позволяет нам поддерживать постоянную температуру тела. Терморецепторы на поверхности кожи и в мозге обеспечивают нас информацией о том, когда среда становится слишком горячей или слишком холодной.

Восприятие времени — хроноцепция — также, возможно, является чувством, хотя никто точно не знает, как она работает, и она встречается не у всех жизненных форм. Поскольку хроноцепция различается у разных людей и на нее влияют внешние факторы, можно предположить, что у нас нет встроенных внутренних часов — скорее, мы ощущаем время и его прохождение.

Научные термины для традиционных пяти чувств делают даже повседневные движения вполне обоснованными и продуманными: офтальмоцепция (зрение), аудиоцепция (слух), густацепция (вкус), ольфакоцепция (обоняние) и тактицепция (осязание). Интересно отметить, что на наши ощущения от пищи влияет не только вкус, но и запах. Когда наши 10 тысяч (или сколько их там) вкусовых рецепторов вступают в контакт с пищей, они выбирают между пятью основными вкусами: сладость, горечь, кислота, соленость и умами («мясной» вкус). Одновременно в носу работают 400 типов обонятельных рецепторов, способных различать более одного триллиона ароматов. Еще более удивительны кончики пальцев, каждый из которых имеет две тысячи осязательных рецепторов: они могут обнаружить объект высотой до трех микрон (ширина человеческого волоса составляет от пятидесяти до ста микрон).

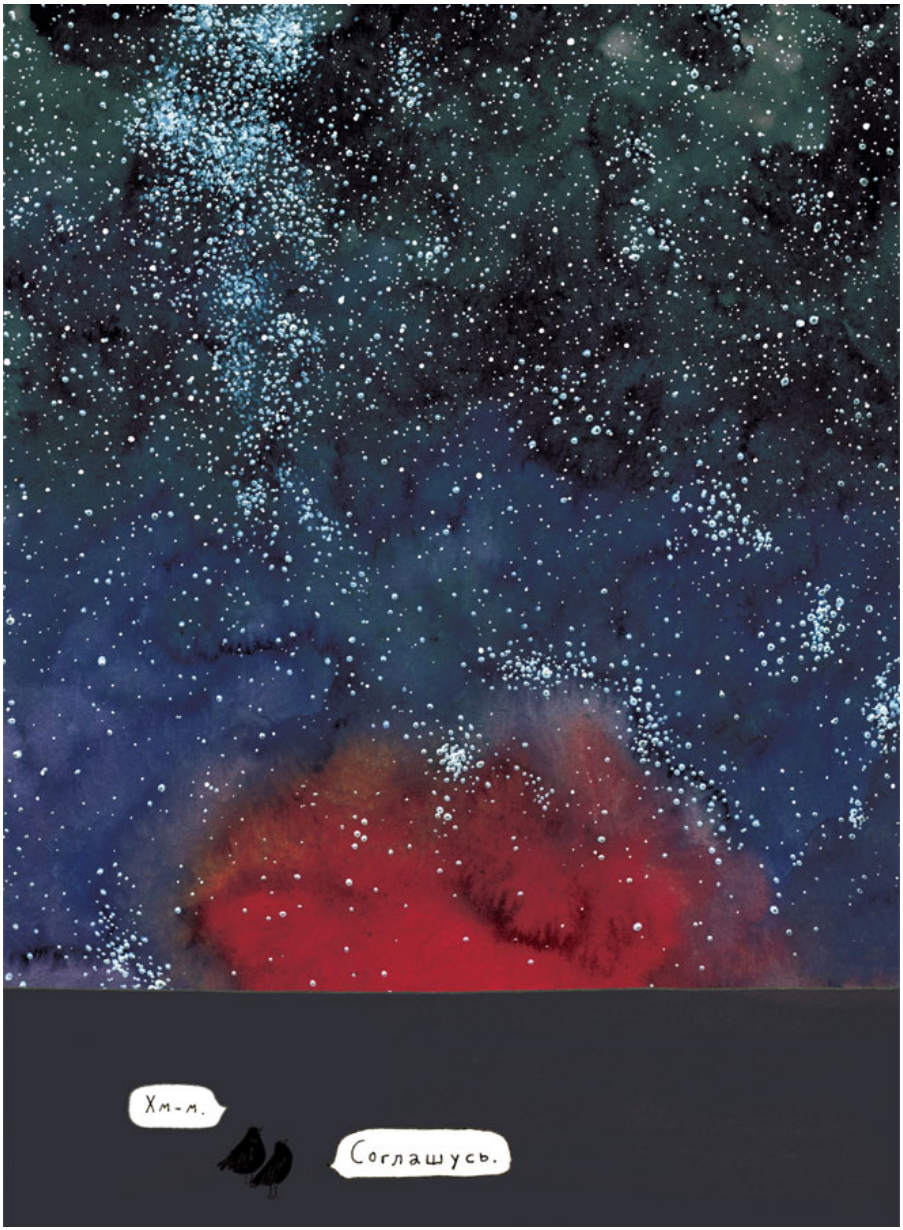
Непростая задача — разобраться, где в пространстве и времени находятся наши тела и умы. Так что наша способность различать медленный аромат некоторых вещей и слабый вкус других — большая ценность.

Южное сияние

Менее известный, но такой же удивительный собрат северного полярного сияния — южное полярное сияние. Как и его северный аналог, это прямой результат космической погоды.

По большей части магнитосфера (область вокруг планеты, в которой доминирует ее магнитное поле) защищает Землю от таких явлений, как солнечный ветер и вредное воздействие космических лучей. Полярное сияние возникает, когда через нее проходят электрически заряженные частицы солнечного ветра. Их источником является «корональный выброс массы» — большое облако солнечной плазмы и линий магнитного поля, которое выбрасывается Солнцем во время особенно сильных или продолжительных вспышек. Они проходят более 150 миллионов километров, прежде чем проникнуть в наше собственное магнитное поле со скоростью более 6 миллионов километров в час (это геомагнитная буря). Их электрически заряженные частицы и атомы сталкиваются с кислородом и азотом в верхних слоях нашей атмосферы, подталкивая их в более высокоэнергетические состояния. Полярное сияние — свет, испускаемый этими частицами, когда они возвращаются в свое первоначальное энергетическое состояние.

Скорее всего, южное сияние менее известно потому, что обычно происходит над открытым морем, и, чтобы рассмотреть его с суши, нужно находиться на крайнем юге Австралии, Чили или Новой Зеландии, на острове Южная Георгия (Фолклендские острова) или где-то возле Южного полюса. Если смотреть с земли, оно появляется далеко на горизонте. Южное сияние также чаще кажется красным, а не зеленым, как северное, а наши глаза менее чувствительны к красному цвету по сравнению с зеленым.

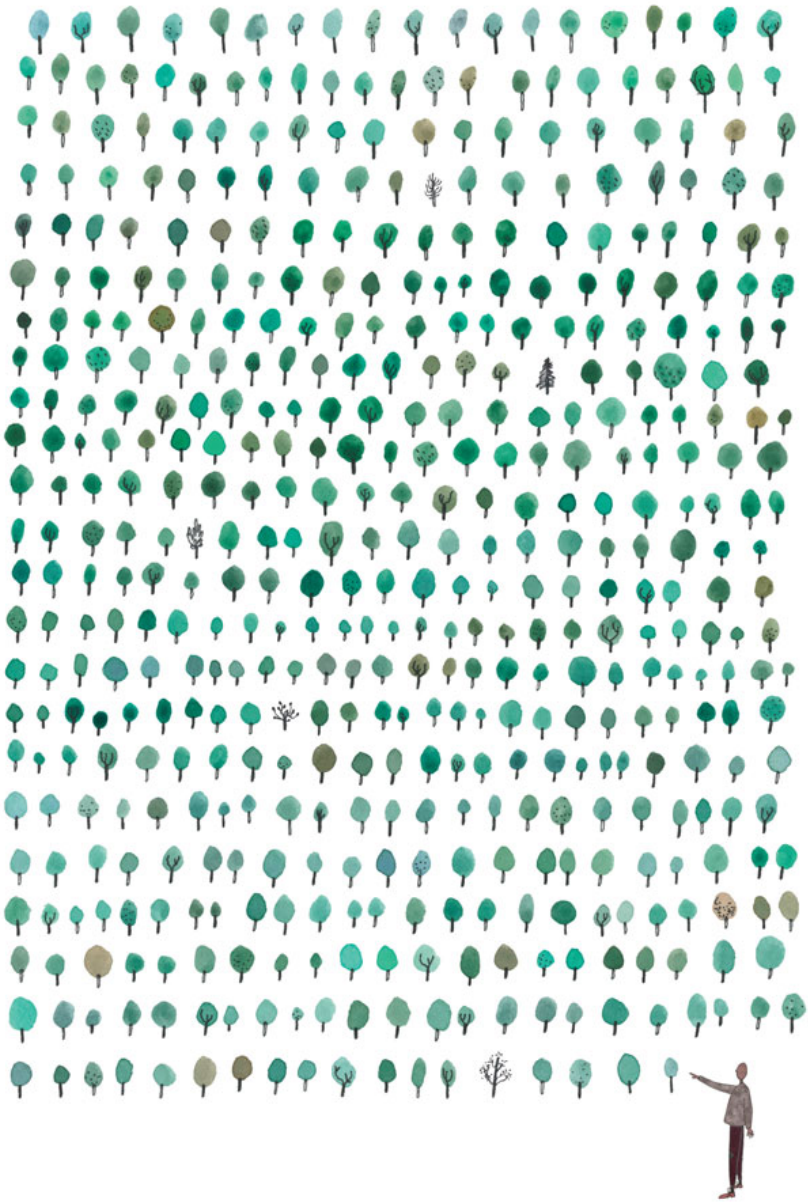


Если вы добрались до этих невероятных южных широт, вам придется дождаться ясного ночного неба. Поскольку полярные сияния происходят в самой верхней части атмосферы Земли, нужно, чтобы световое загрязнение было сведено к минимуму. Так что тьма, только тьма и никакой Луны. Чтобы еще больше усложнить ситуацию: солнечная активность изменяется циклами длиной одиннадцать лет, и существуют периоды более высокой и более низкой активности. Сейчас мы находимся на склоне

двадцать четвертого солнечного цикла (столько ведутся наблюдения) — это значит, что нам предстоит более спокойный период космической погоды.

Одевайтесь в соответствии с ней.

В июне все иначе



На нашей планете более трех триллионов деревьев — примерно по четыреста на человека. Вероятно, на Земле больше деревьев, чем звезд в Млечном Пути. Большая часть суши находится в Северном полушарии, и деревья разумно следуют этому примеру: большинство лесов умеренного климатического

пояса произрастают в Канаде, Сибири и Скандинавии.

Поскольку жизнь деревьев зависит от сезона, в течение года поток углекислого газа и кислорода меняется довольно значительно, а общий эффект, который деревья оказывают на наш воздух, приводит в изумление. Когда они впитывают воздух, то поглощают углекислый газ и, благодаря солнечному свету, накапливают его, а кислород выпускают обратно в атмосферу.

У одного зрелого дуба может быть до полумиллиона листьев, каждый из которых покрыт крошечными структурами — «устьицами», которые очень похожи на легкие. Именно через устьица проходит углекислый газ, а кислород выходит наружу. На одном квадратном миллиметре листа находится от ста до тысячи устьиц, и все они одинаково заняты своим вкладом в обширную систему дыхания Земли.

Зимой, оставшись без листьев и, следовательно, практически без дыхательных аппаратов, деревья ведут себя относительно тихо, а в воздухе слоняется углекислый газ: некуда пойти, нечего делать, никто не зовет его в гости. Но в июне бесчисленные миллионы свежевыращенных зеленых листьев возвращаются к своему занятию и в прямом смысле очищают воздух от углекислого газа, что особенно заметно при наблюдении за более северными лесами. Эта уборка длится до ноября. Затем ситуация меняется, и цикл продолжается (и так снова и снова).

Хотя деревья не единственные контролеры углекислого газа (океаны и животные тоже вносят свой вклад), они оказывают заметное влияние на здоровье планеты. Но им сложно угнаться за количеством углекислого газа, которое мы выбрасываем в окружающую среду: тысячи лет назад деревьев было в два раза больше, и, следовательно, сегодня сажать деревья важнее, чем когда-либо.

А могли бы иметь крылья

Кости и мышцы у многих биологических видов очень похожи — часто единственной разницей является их форма, количество или очевидное назначение. Это во многом зависит от того, относительно какой деятельности складывалась эволюция животного: эквивалент кисти руки человека можно увидеть у летучих мышей и китов, но кости у них немного изменены в соответствии с целями. При этом у жирафов столько же костей в шее, что и у нас, — семь, но нам не приходится использовать шею, чтобы дотянуться до веток дерева и позавтракать. А если сравнить человека с птицей, то рука удивительным образом похожа на крыло.

Поднимемся немного дальше и увидим, что грудная кость птицы — вилочка — на самом деле представляет собой сросшиеся ключицы. К этому уникальному приспособлению крепятся сильные мышцы, необходимые для полета. Не считая горстки динозавров, птицы — единственные животные, имеющие вилочку. Однако не у всех птиц она есть: у нелетающих птиц, например пингвинов, она отсутствует, поскольку эта конструкция им просто не нужна. Такие слияния костей называют синостозами, и у птиц они встречаются чаще, чем у других животных. За миллионы лет слияние костей создало более прочные и более жесткие конструкции, которые позволяют птицам совершать перелет через океаны и обширные леса, между линиями электропередачи и сквозь сны тех, кто мечтает иметь крылья.

У птиц также имеются «пневматизированные» кости с маленькими полыми карманами, в которые поступает воздух. Эти изящные на вид конструкции уменьшают вес и увеличивают механическую прочность костей настолько, что общий вес перьев птицы нередко превышает вес ее скелета. Тип полета у отдельных видов птиц влияет на количество «полых» костей. Их больше всего у птиц, которые долго парят в высоте, а у пингвинов, например, таких конструкций нет вообще.

Не считая этих гениальных воздушных пространств внутри птичьих костей (в то время как кости человека содержат костный мозг и очень важные стволовые клетки), ваши руки так похожи на крылья птиц, что считаются «гомологичными» структурами. Это значит, что они достаточно похожи, чтобы продемонстрировать общее эволюционное происхождение. Это кусочки скелета, которые очень похожи по структуре и расположению у совсем разных видов и необязательно имеют одно и то же назначение. В

биологии под гомологией подразумевается существование общего предка у двух скелетных структур, органов или даже генов — остатки единства, которое связывает это с тем, меня — с вами, а вас — с птицами, которые кружат на теплых ветрах, пронизывающих их крылья, и чьи сердца напоминают компас.

Всё и сразу

В природе два предмета, которые движутся или колеблются с одинаковой скоростью, постепенно начинают двигаться с одинаковой скоростью или интервалом (если они достаточно близки друг к другу). Чтобы двигаться вместе, требуется меньше энергии, чем для движения по отдельности или в противофазе, —

эту прекрасную встроенную лень физики называют «захватом ритма». Синхронизация очень широко распространена во Вселенной — от крошечного субатомного уровня до самых пустых уголков пространства-времени. По всей видимости, эта предельная тенденция к спонтанному и причудливому порядку противодействует силе энтропии (см. «Хоть кто-то знает, который час?»). Примеры ее можно увидеть везде: птицы в больших стаях; рыбы, плавающие группами, чтобы уклониться от хищников; приливные ритмы, марши электронов, даже вы сами.

Естественный кардиостимулятор у вас в сердце, называемый синоатриальным узлом, состоит из 10 тысяч отдельных клеток, каждая из которых имеет собственные электрические ритмы, которые управляют сердцебиением, но они должны работать в унисон, чтобы вы могли действовать. В каждом из ваших органов клетки тоже синхронизированы. Кроме того, все ваши органы действуют согласованно, хотя их функции сильно различаются. Что еще? Существует также синхронизация между вашим телом и окружающим миром в форме биологических циркадных часов.

Не только ваши часы соблюдают синхронность: в 1665 году голландский физик Христиан Гюйгенс заметил, что находящиеся в непосредственной близости маятники двух часов колеблются согласованно, даже если они начинали с весьма разных интервалов. Между тем в Юго-Восточной Азии самцы светлячков на берегах рек тысячами вспыхивают в унисон, создавая удивительное световое зрелище, которое первые путешественники с Запада долгое время считали иллюзией.

Появляется все больше исследований «межличностной синхронизации», описывающих механизмы, с помощью которых люди могут синхронизироваться с другими людьми, и их назначение. С 1800-х годов нам известно, что существует тесная связь между дыханием и частотой сердечных сокращений: речь идет о захвате ритма, или «дыхательной синусовой аритмии». Теперь все больше ученых пытаются зафиксировать это в исследованиях. В одном исследовании датских ученых было доказано, что, если поместить двух незнакомцев в комнату для выполнения задачи, которая требует доверия, их сердца начнут биться синхронно. В шведских исследованиях отмечалось, как пульс певцов в хоре одинаково ускоряется и замедляется во время выступления. А одно из американских исследований показало, что сердцебиение пар синхронизируется, даже когда они сидят в нескольких футах друг от друга, не разговаривают и не касаются друг друга.

Во многих отношениях синхронность как область науки все еще находится на этапе зарождения, но математики и физики

пытаются понять и точно определить, как этот спонтанный и, казалось бы, легкий процесс возникает из хаоса во всем своем великолепии.

«Хочу запомнить, что небо необъятно — под ним я словно на берегу».

Анис Мойгани

Солнце — типичная звезда

Долгое время считалось, что наше Солнце может не соответствовать правилам, которым подчиняются другие звезды солнечного типа, но оказалось, что мы похожи на остальных.

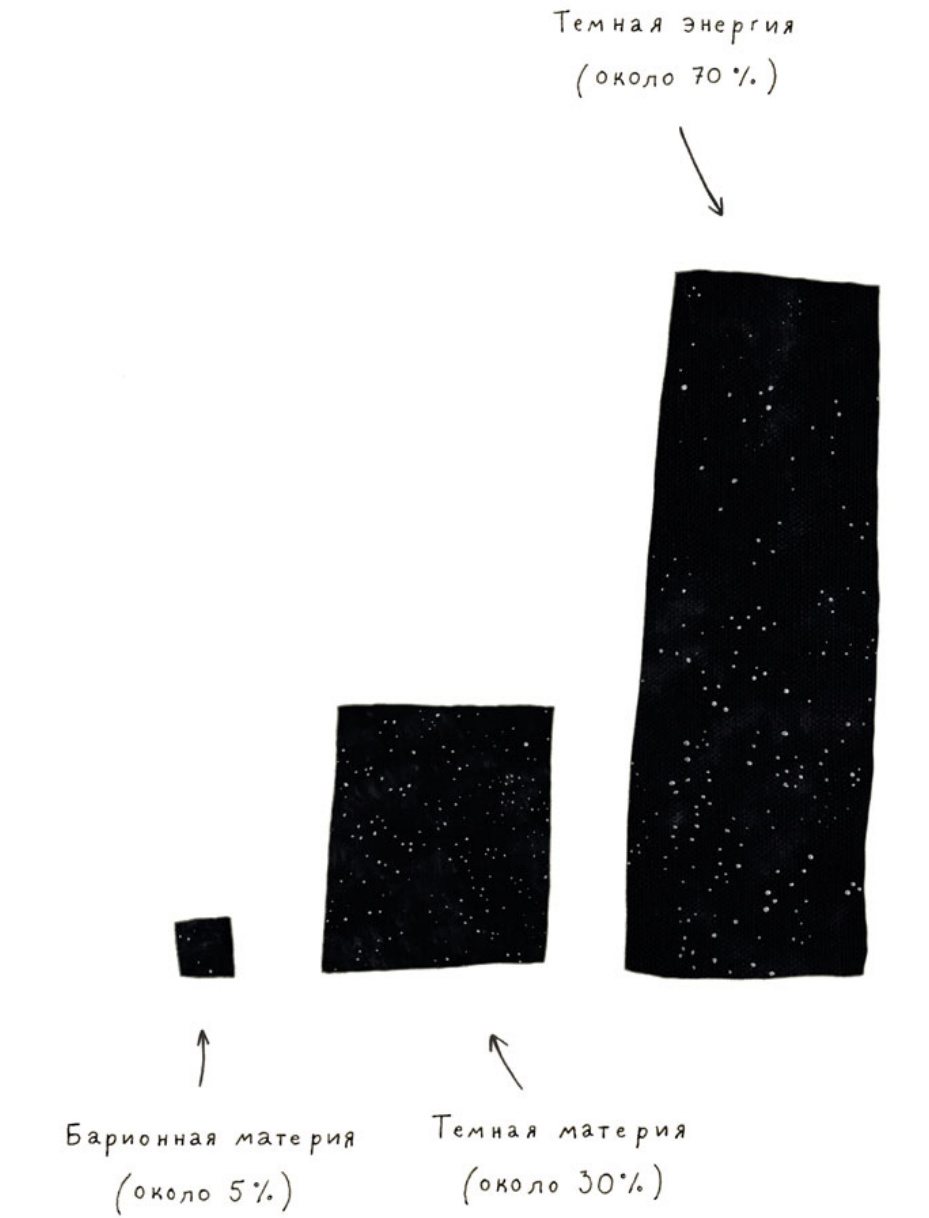
Все звезды, независимо от дистанции между ними и разницы в размерах, имеют собственное магнитное поле. Как мы теперь

знаем, в жизни нашего Солнца наблюдаются циклы длиной одиннадцать лет: за это время меняются солнечные пятна, уровни излучения и количество вещества, которое звезда разбрызгивает в пространстве. В жизни Солнца чередуются магнитный хаос и продолжительные периоды магнитного покоя.

И хотя мы любим его и терпеливо ждем восемь минут, пока его свет не достигнет планеты, наше Солнце — лишь одно из множества миллиардов. Типичный желтый карлик, которого греки назвали helios, а римляне — sol, вот мы и оказались в Солнечной системе. Любую звезду можно назвать солнцем, если рядом с ней движется планета или если это центр целой планетной системы, похожей на нашу. Мы не такая уж и редкость: ученые знают много «многосолнечных» планет, которые вращаются вокруг двух или трех солнц. К счастью, в пространстве-времени нет места зависти.

Как мы уже говорили (см. «Движение планет»), все вращается вокруг центра масс, и Солнце не думает о нас, вращаясь со своими соседями вокруг центра Млечного Пути. Время, необходимое для одного такого оборота, называется галактическим, или космическим, годом. И хотя Солнце мчится со скоростью 828 тысяч километров в час, нам приходится ждать примерно 230 миллионов земных лет, чтобы одно вращение завершилось.

Элементарно



По существу элементы — это типы атомов с одинаковым зарядом ядер. Во Вселенной их распространенность оценивают по тому, как часто они встречаются по сравнению с другими элементами в среде. Из этих элементов состоит лишь небольшая часть Вселенной — барионная материя. Все остальное — это

непосредственно ненаблюдаемые темная энергия и темная материя, природу которых еще предстоит до конца понять.

На 98% барионная материя состоит из водорода и гелия, которые были произведены в первые минуты Большого взрыва 13,8 миллиарда лет назад. Все остальное составляет оставшиеся 2%, и эти другие элементы формируются, когда космические лучи падают на уже существующие тяжелые элементы, такие как ртуть и свинец, разделяя их на множество более легких, например литий и бериллий (этот процесс называется «ядерное расщепление»).

В земной коре наиболее часто встречаются десять элементов: кислород, кремний, алюминий, железо, кальций, натрий, магний, калий, титан и фосфор. Но есть много других, которые, хоть и существуют в меньших количествах, очень важны для жизни на Земле. Например, без бора не было бы клеточных стенок, не существовало бы ни одного растения. Лишь в 1928 году люди выяснили, что для существования нам необходима медь: этот элемент участвует во всех процессах — от пигментации кожи до восстановления соединительной ткани. Даже самые обильные элементы поражают воображение: древние звезды — причина, по которой у нас на Земле есть кислород, а ДНК закручена в спираль в основном из-за водородных связей.

Ученые по-прежнему открывают новые элементы и создают их синтетическими методами (например, сталкивая разные атомы друг с другом на абсурдной скорости), но никто не знает, насколько может растянуться периодическая таблица (см. «Периодически»). Одни ученые считают, что у нее нет предела, а другие полагают, что граница все же есть — после определенной точки атомы просто не могут стать тяжелее.

Слава создателю за все, что мы неспособны видеть и, скорее всего, никогда не увидим.

Неподвижные звезды всё-таки движутся

Неподвижные звезды (stellae fixae на латыни) — это небесные объекты, которые кажутся недвижимыми относительно друг друга по сравнению с объектами на переднем плане, например планетами. Древние астрономы удобно разделили объекты ночного неба на неподвижные звезды, которые, как им казалось, поднимались и опускались, но сохраняли свое расположение относительно друг друга, и планеты, которые они назвали «блуждающими звездами». Неподвижные звезды стали частями легко различимых созвездий, которые затем применялись для навигации, планирования сельского хозяйства, ведения календаря. Слово «созвездие» происходит от позднелатинского constellationem, что означает «набор звезд».

Общее количество звезд, видимых невооруженным глазом, — около девяти тысяч, и все они находятся на разном расстоянии от Земли. Они расположены в нашем Млечном Пути, но являются солнцами собственных систем. В астрономии звезды обычно обозначаются цифрами. Свои «звездные каталоги» составляли еще древние цивилизации, например вавилоняне.

Проблема с термином «неподвижные звезды» в том, что они на самом деле тоже движутся, причем постоянно, но так медленно, что их движение практически незаметно в масштабе человеческого времени. Это движение точно измерили лишь в XIX веке. Помимо «видимого» движения — иллюзорного перемещения неподвижных объектов по отношению к движущимся — у звезд также есть «реальное» движение: галактики вращаются, движутся и звезды внутри галактик.

Хотя абсолютно ничто не является статичным и неподвижным, ночное небо до сих пор очень похоже на то, каким оно было тысячи лет назад. Названия для многих современных нам созвездий придумали вавилоняне, а другие созвездия по-прежнему носят греческие и римские имена. В небесной сфере над нашими головами — восемьдесят восемь формально описанных созвездий. Мы узнаём в них узоры или упорядоченные рисунки, потому что смотрим на ночное небо в двух измерениях,

не видя глубины, которая в действительности прячет огромные расстояния между этими, казалось бы, вечными светящимися булавочными головками.

Истина не навсегда

Научные идеи намного более надежны и гораздо более вероятны, чем любые другие идеи. Они основаны на доказательствах, прошли экспертную оценку, были подвергнуты тщательному и длительному тестированию. Тем не менее они не застрахованы от песка времени и неизбежности, которую

приносит возросшее понимание.

Не все, во что мы сегодня верим и что принимаем за истину, останется истиной навсегда. В некоторых областях знания могут устареть совсем скоро: данные можно опровергнуть или получить дополнительную информацию, которая поможет нам понимать окружающий мир лучше и точнее.

Хотя путь науки медленно, но верно ведет к истине, мы живем в такое время, когда знания и толкования часто меняются быстрее, чем мы сами. Этим изменениям посвящена наукометрия — это наука о науке, которая изучает рост и развитие самого знания с течением времени.

Факты опровергаются с предсказуемой скоростью, и процесс их крушения можно описать математической кривой — так называемым «периодом полураспада фактов». Как и в случае с радиоактивным периодом полураспада некоторых нестабильных атомов, невозможно точно знать, когда истекает срок действия факта, но, посмотрев комплексно на знания в определенном секторе, можно выявить период полураспада. Период полураспада фактов — это измерение, показывающее, через сколько времени половина объема знаний устареет и перестанет соответствовать действительности, при этом нельзя предсказать, какой части знаний уготована эта участь. Например, в медицине период полураспада знаний составляет сорок пять лет, а в математике этот период намного длиннее — в этой науке идеи опровергаются редко.

Американский писатель Айзек Азимов прекрасно описал это явление: «Люди ошибались, полагая, что Земля плоская. Люди ошибались, полагая, что Земля сферическая. Но если вы считаете, что мнение о сферической Земле так же неправильно, как мнение о плоской Земле, то ваши представления более ошибочны, чем то и другое, вместе взятое».

Все это не стоит наших терзаний: и росту, и разрушению знаний присущи такие же формы и закономерности, как и всему остальному.

Благодарности

Я поняла, что не буду стараться перечислить всех, кто сыграл важную роль в создании этой книги: общеизвестно, что слова часто не передают всех чувств, когда мы пытаемся выразить свое восхищение людьми.

При этом я хочу сердечно поблагодарить Дженнифер Вельц (JVNLA): без всякого сомнения, вы самый прекрасный литературный агент (несмотря на то, что все так говорят о своих агентах); Мег Ледер — моего редактора и невероятно талантливого человека — за то, что она так быстро поняла, в чем суть этой книги, за ее доброе отношение и веру в меня; Шеннон Келли, Сабрину Бауэрс, Элизабет Яффе и всех-всех в издательстве Penguin, кто так или иначе поддержал мою книгу: спасибо за то, что позволили мне проявлять педантичность на грани одержимости мелкими деталями, на которые мало кто в принципе обращает внимание.

Я также благодарю тех, кто крайне способствовал успеху этой книги: Кэтти — за то, что она неизменно была в восторге от происходящего, поощряя во мне самое смешное (и возможно, самое лучшее); Ника — за то, что он предложил мне погрузиться в благоприятную для писателя тишину Бразилии и другие комфортные и тихие пространства; а также бесчисленных безымянных незнакомцев, которые оставили в моей памяти впечатления разных форм и размеров, когда я рассуждала о сути (или хаосе) существования.

МИФ Подростки

Подписывайтесь на полезные книжные письма со скидками и подарками: **mif.to/teen-letter**

Все книги для детей и родителей на одной странице: **mif.to/teen**

#mifdetstvo

#mifdetstvo

#mifdetstvo

Над книгой работали

Шеф-редактор *Светлана Мотылькова*
Ответственный редактор *Валерия Важнова*
Арт-директор *Алексей Богомолов*
Верстка *Ольга Булатова*
Корректоры *Евлалия Мазаник, Елена Гурьева*

ООО «Манн, Иванов и Фербер»
mann-ivanov-ferber.ru

Электронная версия книги подготовлена компанией Webkniga.ru, 2021

notes

Примечания

1

Россия перешла на григорианский календарь только в 1918 году и «потеряла» дни с 1 по 13 февраля. *Прим. ред.*